



D. Serikbayev

EKTU



**EKTU
ISTC**

XI Халықаралық ғылыми-техникалық конференция
XI International scientific and technical conference

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Д.СЕРІКБАЕВ АТЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
НАО «ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Д. СЕРИКБАЕВА»

«ЖАСТАР ШЫҒАРМАШЫЛЫҒЫ – ҚАЗАҚСТАННЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУЫНА»

Профессор Жеңіс Оразханұлы Құлсейітовтың 80 жылдығына арналған
студенттердің, магистранттар, докторанттар мен жас ғалымдардың

XI Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясының

МАТЕРИАЛДАРЫ

10, 11 сәуір 2025 ж.

II бөлім

«ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА»

МАТЕРИАЛЫ

XI Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов,
докторантов и молодых ученых, посвященной 80-летию профессора

Кульсеитова Жениса Оразхановича

10 - 11 апреля 2025 г.

Часть II



«CREATIVITY OF THE YOUNG IS INNOVATIVE DEVELOPMENT OF KAZAKHSTAN» MATERIALS

XI International Scientific and Technical Conference of Students, Undergraduates,
Doctoral Students and Young Scientists dedicated to the 80th anniversary
of Professor Zhenis Kulseitov

April 10 - 11, 2025

Part II

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
Д. СЕРІКБАЕВ АТЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН
ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Д. СЕРИКБАЕВА

**«ЖАСТАРДЫҢ ШЫҒАРМАШЫЛЫҒЫ – ҚАЗАҚСТАННЫҢ
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУЫНА»**

Профессор Жеңіс Оразханұлы Құлсейітовтың 80 жылдығына арналған
студенттердің, магистранттар, докторанттар мен жас ғалымдардың
XI Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясының
МАТЕРИАЛДАРЫ
10, 11 сәуір 2025 жыл

II бөлім

**«ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ
РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА»**

МАТЕРИАЛЫ
XI Международной научно-технической конференции
студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых, посвященной
80-летию Кульсеитова Жениса Оразхановича
10, 11 апреля 2025 г.

Часть II

**«CREATIVITY OF THE YOUNG IS INNOVATIVE
DEVELOPMENT OF KAZAKHSTAN»**

MATERIALS
XI International Scientific and Technical Conference of Students, Undergraduates,
Doctoral Students and Young Scientists dedicated to the 80th anniversary of Professor
Zhenis Kulseitov
April 10-11, 2025

Part II

Өскемен
Усть-Каменогорск
2025 г.

УДК 62
ББК 30
Ж 33

Главный редактор: к.т.н. С.Ж. Рахметуллина
Зам. главного редактора: к.э.н. Ж.Т. Конурбаева

Редакционная коллегия: д.т.н. Колпакова В.П., к.т.н. Чернавин В.Ю., PhD Прохоренкова Н.В., PhD Байдилдина А.Т., старший преподаватель Феоктистова Е.А., к.арх. Иноземцева Т.А., старший преподаватель Айтказина А.К., преподаватель Буханцева А.Е., преподаватель Нурекенова Р.Т.

Жастардың шығармашылығы – Қазақстанның инновациялық дамуына:
Ж 33 Профессор Жеңіс Оразханұлы Құлсейітовтың 80 жылдығына арналған студенттердің, магистранттар, докторанттар мен жас ғалымдардың XI Халықаралық ғылыми-техникалық конф. материалдары, 10, 11 сәуір 2025 ж. = **Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана:** Материалы XI Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых, посвященной 80-летию профессора Кульсеитова Жениса Оразхановича, 10, 11 апреля 2025 г. – Өскемен: ШҚТУ, 2025. – II б. – 448 б. – қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-208-864-9 (II б.)

ISBN 978-601-208-863-2

В сборник вошли материалы докладов, в которых рассмотрены вопросы применения искусственного интеллекта в области технологий возобновляемой энергетики (солнечная, ветро-, малая гидроэнергетика) в системах энергообеспечения объектов, применение компьютерных технологий и математическое моделирование процессов тепло- и электроэнергетики, искусственный интеллект в строительной отрасли и архитектуре, использование искусственного интеллекта в области водных ресурсов и водопользования. Определены теоретические и практические вопросы строительства зданий, сооружений и транспортных коммуникаций, развитие производства строительных материалов, стандартизации и сертификации, инженерные системы и сети.

Сборник рассчитан на студентов, магистрантов, докторантов и молодых преподавателей вузов.

УДК 62
ББК 30

Научное издание

ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА

Материалы XI Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых, посвященной 80-летию профессора Кульсеитова Жениса Оразхановича (ВКТУ, 10, 11 апреля 2025 г.)

Часть II

Сборник издан методом прямого копирования авторских статей

Ответственный за выпуск *О.Н. Николаенко*

Редактор *С.С. Мамыраздыкова*

Подписано в печать 22.04.2025.	Формат 60х84/16. Печать ризографическая.	Бумага офсетная.
Усл.печ.л. 26,04. Уч.-изд.л. 26,07.	Тираж 20.	Заказ № 362-2025.
Цена договорная.		

Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева
070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова, 69.

ISBN 978-601-208-864-9 (II б.)

ISBN 978-601-208-863-2

© ВКТУ им. Д. Серикбаева, 2025

СЕКЦИЯ «НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭНЕРГЕТИКЕ»

УДК 338

Адилбекова К.А. (22-ТЭ-1, ВКТУ), Пономарева А.А. (22-ТЭ-1, ВКТУ),
Дуйсембаева Г.С. (старший преподаватель, ВКТУ), Нургалиева А.Т. (старший
преподаватель, ВКТУ)

ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА КАЗАХСТАНА: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

***Аннотация.** В статье рассматриваются перспективы и возможности внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в энергетический сектор Казахстана.*

Анализируются ключевые направления использования ИИ, включая прогнозирование энергопотребления, оптимизацию работы энергосистем, интеллектуальное управление возобновляемыми источниками энергии и повышение энергоэффективности. Особое внимание уделяется потенциальным экономическим и экологическим преимуществам интеграции ИИ в энергетику, а также существующим вызовам и барьерам. Обсуждаются международный опыт и стратегии, применимые для Казахстана, с целью повышения устойчивости и конкурентоспособности национальной энергетической отрасли.

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, энергетика, Казахстан, устойчивое развитие, возобновляемая энергия, цифровизация.*

Цель статьи – проанализировать перспективы и возможности внедрения ИИ в энергетический сектор Казахстана для повышения его эффективности, устойчивости и экологической безопасности, с акцентом на прогнозирование энергопотребления, управление энергосистемами, оптимизацию возобновляемых источников энергии и цифровизацию инфраструктуры.

Энергетический сектор Казахстана является одной из ключевых отраслей экономики, обеспечивающей внутренние потребности страны и экспортные поставки энергоресурсов. Однако, несмотря на богатые природные ресурсы, традиционные методы управления энергетическими системами становятся недостаточно эффективными в условиях растущего энергопотребления и необходимости перехода к более экологичным технологиям. Структура энергетического сектора страны остается во многом традиционной, с преобладанием ископаемого топлива – около 70% электроэнергии производится на угольных электростанциях, что делает страну зависимой от углеродной энергетики. Однако в последние годы наблюдаются активные шаги в сторону увеличения доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ), включая солнечную и ветряную энергетику. Согласно данным Министерства энергетики, к 2030 году Казахстан планирует увеличить долю ВИЭ в общем энергобалансе до 15% [1].

В связи с этим внедрение цифровых решений, в частности технологий искусственного интеллекта (ИИ), становится актуальной задачей для повышения производительности, оптимизации энергопотребления, снижения негативного воздействия на окружающую среду и обеспечения устойчивого развития отрасли. Автоматизация, обработка больших данных и машинное обучение позволяют значительно повысить эффективность производства, распределения и потребления энергии [1]. Несмотря на значительный потенциал, уровень цифровизации и внедрения ИИ в казахстанской энергетике остается низким по сравнению с ведущими мировыми странами. Большая часть энергетической инфраструктуры Казахстана требует модернизации. Системы генерации, передачи и распределения энергии часто работают с устаревшим оборудованием, что приводит к значительным потерям и снижению эффективности. Существующие системы управления энергосетями недостаточно адаптированы для работы с цифровыми технологиями и алгоритмами ИИ. Развитие возобновляемых источников энергии, цифровизация инфраструктуры и интеллектуальное управление энергосистемами способны не только оптимизировать расходы, но и повысить надежность поставок электроэнергии.

Развитие цифровых технологий и развитие интеллектуальных энергетических систем, включая искусственный интеллект, рассматривается в концепции «Национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2029 года» как ключевой инструмент для модернизации энергетической отрасли. Энергетическая отрасль выделяется в качестве приоритетной отрасли реального сектора экономики для внедрения информационных технологий с применением ИИ. Для достижения стратегического видения и цели Концепции необходимо сосредоточиться на следующих направлениях: качественные данные, современная инфраструктура, человеческий капитал, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, правовое регулирование и проведение акселерационных программ [2]. Важным аспектом внедрения искусственного интеллекта в энергетический сектор является соблюдение принципов ответственного и этичного использования технологий. В таблице 1 представлены ключевые принципы реализации Концепции, направленные на обеспечение надежности, прозрачности и безопасности цифровых решений.

С учетом механизма устойчивого развития высокотехнологичных предприятий в современных условиях цифровой трансформации нужно учитывать:

- возможность «горизонтальной» интеграции производственных процессов в рамках единого информационного пространства внутри предприятия на всех уровнях производства;
- возможность «вертикальной» интеграции в рамках производственной цепочки на различных уровнях (государственный, региональный, муниципальный);
- сквозную цифровую интеграцию управленческих и производственных процессов внутри предприятия с использованием передовых цифровых технологий [3].

На базе Smart data ukimet будет создана национальная платформа искусственного интеллекта, представляющая собой интегрированную инфраструктурную систему, предназначенную для разработки, тренировки и внедрения моделей ИИ. Она ориентирована на широкий спектр пользователей: от частных и государственных организаций до стартапов и научных учреждений, которые будут разрабатывать продукты с применением ИИ на основе информации, содержащейся в озере данных Smart data ukimet [2].

Таблица 1 - Принципы реализации Концепции

Принцип	Реализация
Ответственность	Разработка и использование ИИ должны соответствовать этическим нормам, уважать права человека и учитывать ценности общества
Роль человека в принятии решений	ИИ дополняет, а не заменяет человека. Важно обеспечить контроль, мониторинг и возможность корректировки его решений
Надежность и объяснимость	Технологии ИИ должны основываться на проверенных алгоритмах и понятных пользователям принципах работы
Прозрачность и справедливость	Доступность информации о функционировании ИИ, отказ от скрытых алгоритмов и недопущение дискриминации в процессе принятия решений
Управление рисками и ответственность	Четкое разграничение зон ответственности между участниками, разработка механизмов оценки и минимизации рисков
Безопасность и конфиденциальность	Защита данных, предотвращение киберугроз, соблюдение норм приватности и законных интересов пользователей
Адаптивное регулирование	Баланс между инновациями и необходимым уровнем регулирования с гибким подходом к корректировке нормативных актов
Прагматизм	Внедрение ИИ должно основываться на экономической целесообразности и практической эффективности
Равный доступ	Обеспечение образовательных возможностей в сфере ИИ для всех, включая маломобильные группы населения и регионы с ограниченным доступом к технологиям

Технологии ИИ применяются для решения задачи оптимального размещения электростанций, в том числе солнечных и ветряных, для которых это оказывает решающее влияние на мощность. Решения с использованием ИИ позволяют определить участок для строительства электростанции с наилучшим доступом к существующей сетевой инфраструктуре, управлять графиками строительства, оптимизировать доставку оборудования, контролировать строй площадку с помощью машинного зрения, выявлять неэффективные и опасные процессы.

ИИ используется для оптимизации конструкций генерирующего оборудования: турбин, генераторов, трансформаторов, фотоэлектрических панелей, силовой электроники, систем управления ИИ все чаще интегрируется в процессы технического обслуживания и ремонтов для прогнозирования

отказов и простоев, оптимизации порядка технического обслуживания, предотвращения внеплановой замены дорогостоящего оборудования. Особенно это становится актуальным для ветряных электростанций, расположенных, например, в горной местности или в море. Доля расходов на техническое обслуживание агрегатов такого ветропарка может достигать до 20% от стоимости электроэнергии. Достаточно сложно прогнозировать выработку электроэнергии солнечными и ветряными электростанциями. Для этого используются интеллектуальные системы, анализирующие погодные данные от различных источников: температуру, влажность, направление ветра, облачность. Аналогичные системы применяются для прогнозирования спроса на электроэнергию.

ИИ позволяет выявлять сложные закономерности в исторических данных о потреблении, составлять прогнозы спроса на различных временных горизонтах, определять резервы мощности. Долгосрочные прогнозы могут быть использованы при планировании энергосистемы, определении необходимых инвестиций. Решения с применением ИИ используют исторические данные о работе сетей, прогнозы производства и спроса на электроэнергию, климатические данные для оптимального расположения сетевого оборудования, прокладки линий электропередачи (ЛЭП), выбора трансформаторов. Машинное зрение и роботизированные комплексы могут обеспечить дистанционное обследование электросети, системы машинного обучения позволяют выявлять аномалии и отказы, тем самым оптимизировать затраты на техническое обслуживание. Создание цифровых двойников сетей дают возможность повысить эффективность их работы, осуществлять непрерывный мониторинг производительности

Казахстан активно развивает сотрудничество с международными партнерами в области цифровизации энергетики. В стране реализуются проекты по внедрению интеллектуальных сетей (Smart Grids), которые позволяют автоматизировать управление энергосистемами и повысить их адаптивность к изменяющимся условиям потребления [5].

В Казахстане реализуется несколько значимых проектов по внедрению интеллектуальных сетей (Smart Grids):

1) Проект KEGOC. Казахстанская компания по управлению электрическими сетями (KEGOC) активно работает над созданием интеллектуальной энергосистемы к 2032 году. В рамках этого проекта используются технологии Интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (AI) и большие данные для мониторинга состояния энергосети в реальном времени, прогнозирования потребления и автоматизации управления сетью [6].

2) Широкозонные системы управления (WAMS). Эти системы позволяют увеличить передачу электроэнергии с севера на юг Казахстана, предотвращая риски аварийных ситуаций. WAMS используют модели искусственного интеллекта для более точного прогнозирования производства и потребления электроэнергии.

3) Концепция Smart Grid. Министерство энергетики Казахстана и

Азиатский банк развития разработали концепцию Smart Grid для увеличения мощности до 39 ГВт, роста маневренности до 20% и снижения износа генерации до 50%. Интеллектуальные сети объединяют современные технологии с традиционной энергетикой, переходя к распределенным системам. Ключевой элемент - интеллектуальный учет электроэнергии с многотарифным режимом, мониторингом качества и интеграцией с IoT.

Таким образом, интеграция искусственного интеллекта в энергетический сектор Казахстана представляет собой важный шаг на пути к построению современной, высокотехнологичной и экологически чистой энергетики. Казахстан открывает значительные перспективы для повышения эффективности, снижения затрат и улучшения экологической ситуации. Использование технологий ИИ позволяет не только оптимизировать прогнозирование энергопотребления и управление сетями, но и снижать углеродный след, способствуя устойчивому развитию национальной энергетики. Интеллектуальные системы управления, цифровые двойники, машинное обучение и анализ больших данных становятся ключевыми инструментами для модернизации отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жанайым К. Казахстану выгодно перейти от угля к возобновляемым источникам электроэнергии, 2024. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://vlast.kz/jekonomika/60958-kazahstanu-vygodno-perejti-ot-ugla-k-vozobnovlaemym-istocnikam-elektroenergii.html>
2. Об утверждении Концепции развития искусственного интеллекта на 2024 - 2029 годы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2400000592>
3. Пронин А.Ю., Афанасьев А.С. Внедрение цифровых инноваций в интересах совершенствования механизмов управления высокотехнологичными предприятиями // Вестник Академии знаний №3 (62). - 2024. – С. 873 - 875.
4. Массель Л.В. Современный этап развития искусственного интеллекта (ИИ) и применение методов и систем ИИ в энергетике // Информационные и математические технологии в науке и управлении №4 (24). – 2021. – С. 5 – 20.
5. European SmartGrids Technology Platform. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006.
6. Астошонок В.С., Булойчик Е.В. Искусственный интеллект в энергетике // Актуальные проблемы энергетики. СНТК – 74. – С. 647 – 648.

УДК 621.181

Асылжанова А.Б., Қаблбек Н.С. (24-ДТЭ-3, ШҚТУ), Байдилдина А.Т. (PhD, ШҚТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЖИГАНИЯ ВОДОУГОЛЬНЫХ СУСПЕНЗИЙ В ГОРЕЛКАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ

Аннотация. Рассмотрены вопросы организации сжигания водоугольных суспензий (ВУС) различных типов на пылеугольных котлах ТЭС, принимающие кусковой уголь по трубопроводу в потоке воды. Преведены существующие не столь сложные, но надежные технологии комбинированного факельного сжигания разнородных топлив в топках, а также для ускорения процессов прогрева и испарения влаги и летучих веществ на участке воспламенения факела рассмотрены методы раздельного ввода потоков воздуха и топлива. Получены данные по анализу сжигания угольной пыли и ВУС с большим содержанием породы, для котлов, на которых предусмотрено удаление твердых прогоревших частиц из-под топки и за котлом.

Ключевые слова: водоугольная суспензия, угольная пыль, котел, факел, топка.

Введение.

Водоугольная суспензия – это смесь угольной пыли и воды с добавками поверхностно-активных веществ или без таковых. Она обладает свойством текучести, ее можно перемещать по трубопроводам с помощью насосов, распыливать в топках котлов и сжигать с образованием факела, что делает ее похожей на мазут, дизельное топливо и другие виды жидких топлив [1–5]. Область применения ВУС в энергетике – ТЭС и котельные, размещенные в районах, где нет возможности построить подъездные железные дороги, создать системы конвейерной доставки сухого угля, отсутствуют площадки для приема и хранения твердого топлива. Кроме того, это могут быть ТЭС, принимающие кусковой уголь по трубопроводу в потоке воды, причем крупные фракции подаются в традиционную систему пылеприготовления, а отстоявшийся шламовый остаток (разновидность ВУС) – в форсунки котлов для факельной утилизации. Возможно также использование ВУС с твердыми угольными частицами из отходов нефтемаслопродуктов.

Зарубежные специалисты при промышленном использовании ВУС ориентируются на суспензии, полученные на высококачественных малозольных (в частности, битуминозных) углях с теплотой сгорания $Q_n^p \geq 35000$ кДж/кг, содержанием минеральных включений на сухую массу $A_c \leq 2\%$, выходом летучих на горючую массу $V^r \geq 40\%$ (рис. 1). Водоугольная суспензия из этих углей имеет высокое значение теплоты сгорания (более 24000 кДж/кг) при рабочей влажности $W^p \leq 30\%$ и максимальном размере твердых частиц $R_{\max} \approx 200$ мкм. Ее можно доставлять от мест добычи угля и приготовления пользователю (при небольших затратах на транспортирование) и хранить в течение длительного времени без расслоения [1–5]. Разработчики проектов указывают на преимущества использования ВУС на пылеугольных ТЭС,

обусловленные упрощением технологии приема, хранения и подачи топлива на котлы. Также отмечено улучшение экологического состояния района размещения пылеугольных ТЭС после перевода их на ВУС в результате снижения выхода в атмосферу мелкодисперсной золы и канцерогенных оксидов азота (рис. 1). Многие важные для конструкторов факельных топок вопросы организации сжигания суспензии, в том числе специфика воспламенения и поведение твердых частиц топлива в реальных промышленных установках, практически не изучены, что сдерживает развитие технологий сжигания этого вида нетрадиционного топлива.

Основные предпроектные решения в части организации сжигания принимались по результатам промышленных экспериментов на пылеугольных котлах ПК-40 Беловской ГРЭС и ТП-35 Мин-Кушской ТЭЦ. При этом использовали ВУС с существенно худшими (по сравнению с ВУС на основе битуминозного угля) теплофизическими свойствами и частицами размером $R \leq 350$ мкм [6]. Подробное описание котлов и установок по приготовлению, подаче и распыливанию ВУС, а также результаты сжигания пыли и суспензии приведены в [4–5].

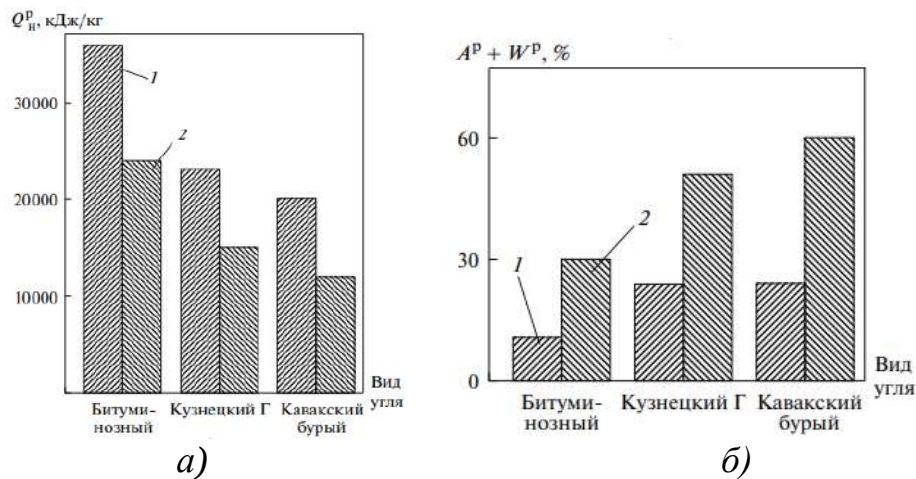


Рисунок 1 - Сравнение характеристик пыли и ВУС различных углей. а – теплота сгорания; б – суммарный балласт минеральных включений и влаги; 1 – пыль; 2 – ВУС

Результаты испытаний показали, что при распыливании ВУС в топке образуется полидисперсный капельный факел. Капли, находясь в высокотемпературной среде, прогреваются, из них испаряется влага и выходят летучие вещества. Затем последние вместе с твердотопливным коксовым остатком воспламеняются (реагируют с кислородом воздуха, подаваемого через горелки) с тепловыделением и повышением температуры. Последующее горение коксового остатка сопровождается спеканием отдельных его частиц в золококсовые конгломераты. При переходе от сжигания пыли к сжиганию ВУС увеличивается (растягивается) длина участка воспламенения и снижается температура в этой области. Это характерно для горения с замедлением

(пассивированием) процесса окисления на участке воспламенения из-за наличия инертного балласта: газов рециркуляции, пара, воды, избыточного количества минеральных включений [3–5]. Затягивание воспламенения приводит к затягиванию процесса выгорания угольных частиц ВУС, повышению температуры продуктов сгорания на выходе из топки и за котлом, совокупному увеличению потерь тепла с уходящими газами q_2 и механическим недожогом q_4 топлива (см. рис. 2). Для примера на рис. 3 представлены результаты испытаний котла ТП-35 при сжигании пылевидного топлива и ВУС. Основная масса пыли кавакского угля выгорает на горизонтальном участке факела перед горелками от их выходного сечения $l = 0$ до отметки l_ϕ , где степень выгорания $\alpha = 0.9$, а температура факела T_ϕ достигает максимального значения. На вертикальном участке факел охлаждается до фиксируемого на выходе из топки опытного значения $T_T^H 1230 \text{ К}$ ($T/T_T^H = 1.0$; $l = l_T$; $\alpha = 0.95$). При подаче в топку распыленной ВУС характер горения резко изменяется: участок воспламенения l_ϕ увеличивается в 3–4 раза, а максимальная температура факела снижается на 200–300 К. Замедление воспламенения приводит к затягиванию процесса горения летучих и коксового остатка. В выходном окне топки температура факела становится выше ($T/T_T^H > 1.0$), а степень выгорания уменьшается до $\alpha \leq 0.82$.

На вертикальном участке топки в отсутствие дожигания происходит более активное охлаждение факела с конгломератами из мелких частиц, на интенсивность которого влияют оптическая плотность факела и степень загрязнения (коэффициент эффективности ψ_ϕ) экранов [2, 3]. При фиксированном ψ_ϕ капельно-суспензионный факел более прозрачен, поэтому его пристенные и внутренние слои охлаждаются активнее. Значения температуры в выходном окне топки, полученные расчетным путем по стандартным методикам [4, 5] для распыливаемых суспензий с $R_{max} \leq 40 \text{ мкм}$, приближаются к значениям, характерным для обычного пылеугольного факела, а для суспензий с более мелкими частицами (3 и 20 мкм) даже уменьшаются.

В конвективной части котла происходит изменение температурного поля продуктов сгорания с увеличением температуры уходящих газов T_{yx} в потоках, забалластированных влагой, и соответствующих потерь q_2 (см. таблицу, рис. 2 и 4). Полученное расчетным путем приращение составило $\Delta(q_2 + q_4) = 1.0\text{--}1.5\%$, а затраты на компрессию распыливаемого воздуха не превышают значения аналогичного показателя для случая перехода с пыли на ВУС битуминозных углей с $R_{max} \leq 200 \text{ мкм}$. Следует отметить, что расчеты характеристик факела и продуктов сгорания ВУС кузнецкого угля выполнены для работы котлов в бесподсветочных режимах при $W_p = 40\%$, а кавакского бурого угля – с подсветкой дизельным топливом $g_n = 10\%$ при рабочей влажности $W_p \approx 50\%$. Дополнительные расчеты для гипотетического состава ВУС кавакского угля с $W_p < 50\%$ и размерами частиц 3 мкм показывают, что бесподсветочный режим достигается при $W_p \approx 40\%$. Продолжение подсветки при $W_p \approx 40\%$ увеличивает тепловыделение и температуру T_ϕ вблизи горелки практически до значений, характерных для сжигания пыли (см. рис. 2).

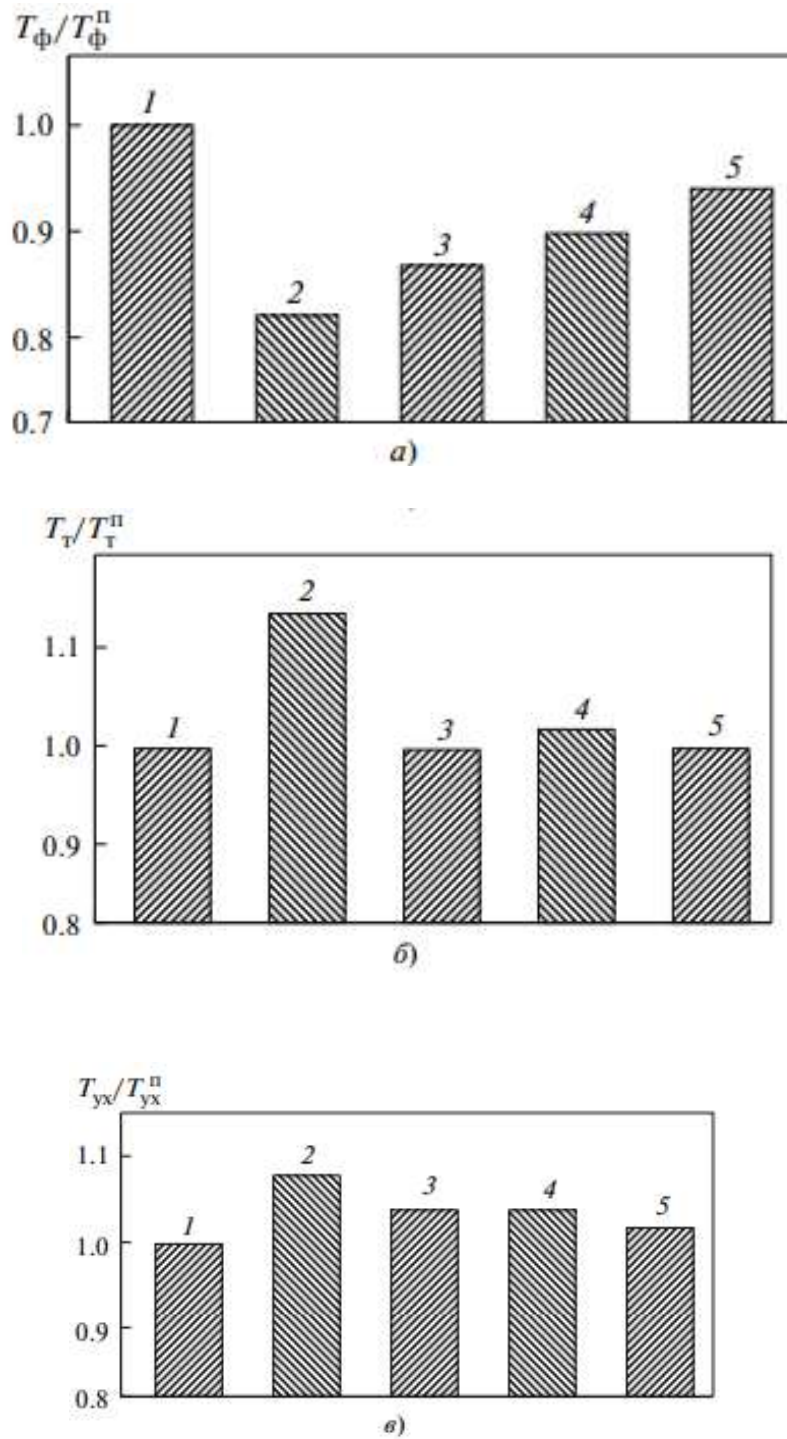


Рисунок 2- Сравнение тепловых характеристик факела и продуктов сгорания при сжигании кавакского бурого угля в виде пыли и ВУС на котле ТП-35 при нагрузке $0.5D_{ном}$. 1 – пыль, $R_{max} \leq 350$ мкм; 2–5 – ВУС1, 4, 5, 6

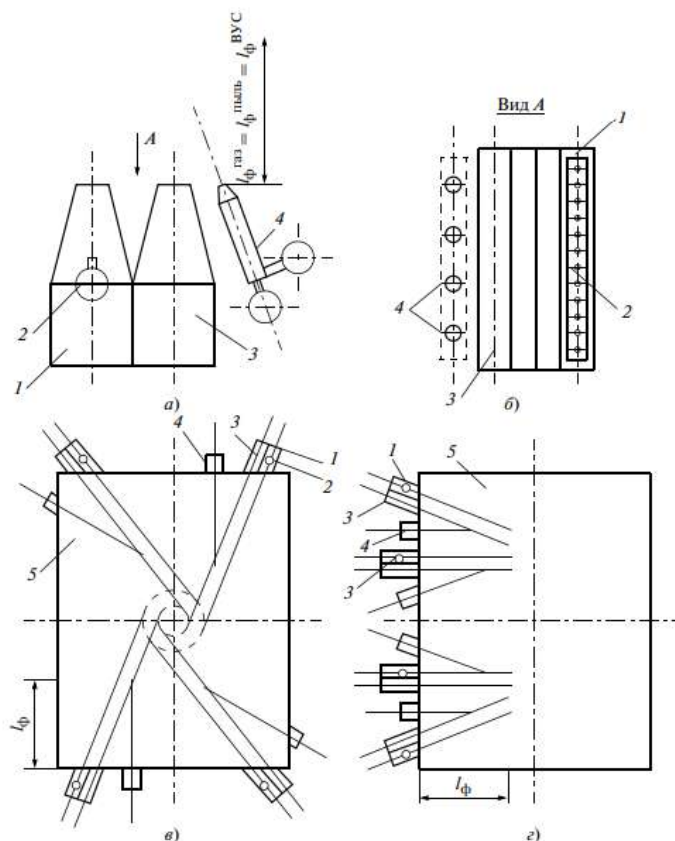


Рисунок 3- Схемы многофункциональных горелочных устройств (а, б) и их тангенциальная (в) и фронтальная (г) компоновки в топках. 1 – воздушное сопло; 2 – многосопловая газовая горелка; 3 – пылеугольное сопло; 4 – форсунки ВУС; 5 – топка в плане

Приведены рекомендации по улучшению экономических и экологических показателей, а также повышение надежности топочных устройств и тепловых характеристик факела

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Улучшение процесса сжигания топлива на котлах БКЗ-210-140Ф / К.В. Осинцев, В.В. Осинцев, М.П. Сухарев, Е.В. Торопов // Электрические станции. 2006. № 11. С. 13–19.
2. Морозов А.Г., Мосин С.И., Мурко В.И. ВУТ в теп лознергетике // Энергия, экономика, техника, экология. 2007. № 4. С. 29–32.
3. Ходаков Г.С. Водоугольные суспензии в энергетике // Теплоэнергетика. 2007. № 1. С. 35–45.
4. Технологии сжигания топлив в котельных и на электростанциях / Ф.А. Серант, Л.И. Пугач, Ю.В. Овчинников и др. // Академия энергетики. Сер. Наука и технологии. 2008. № 6 (26). С. 54–65.
5. Приготовление и сжигание водоугольного топлива в различных топочных устройствах / А.И. Цепенюк, С.В. Луценко, Ф.А. Серант, Е.Г. Карпов // Материалы междунар. конф. по теплоэнергетике и ее устойчивому развитию. Республика Сербская, Босния и Герцеговина. Угљевик, 2010. С. 61–66.

УДК 621.315.2

Баймуратов М.Б. (25-МЭЛ-23, ВКТУ), Прохоренкова Н.В. (PhD, ВКТУ)

ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ИЗОЛЯЦИИ
СИЛОВЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ТОО "КАЗЦИНК-ЭНЕРГО"

Аннотация. В статье рассматриваются основные системы диагностики, их сущность метода, которые используют на данный момент: испытание изоляции повышенным выпрямленным и переменным напряжением, импульсный метод, акустический метод, метод колебательного разряда, индукционный метод.

Ключевые слова: изоляция, кабельные линии, методы, пробой, повреждения, дефекты, замыкания.

В современном мире, когда энергопотребление и нагрузки увеличиваются на силовые кабельные линии, большую популярность приобретают различные системы мониторинга технического состояния и диагностики качества этих линий. На данном этапе научного исследования является рассмотрение различных способов диагностики и методов анализа и контроля, выявление сильных и слабых сторон различных способов.

Основные методы должны учитывать физические процессы, происходящие в изоляции. Дефекты изоляции могут возникать на разных этапах — от производства до эксплуатации, и их можно классифицировать как распределённые (например, увлажнение или коррозия) и локальные (трещины, вмятины и т. д.). Эти дефекты могут привести к электрическому или тепловому пробое изоляции. При электрическом пробое напряжение не зависит от температуры и времени, а при тепловом пробое оно зависит от этих факторов.

1. Текущие способы диагностики кабельных линий:

1.1 Проверка изоляции кабельных линий с использованием повышенного переменного напряжения. Это испытание обычно выполняется в соответствии с схемой, показанной на рисунке 1.

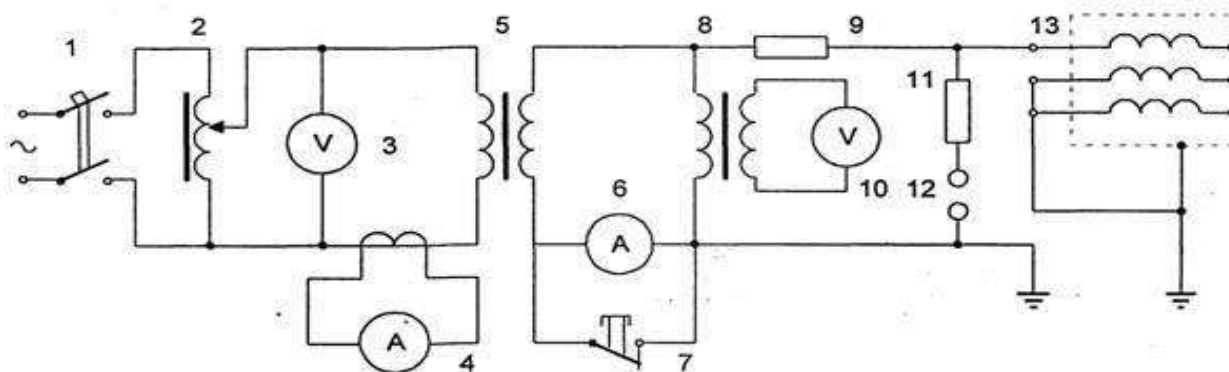


Рисунок 1- Схема испытания изоляции электрооборудования, повышенным напряжением переменного тока

Для выполнения испытаний обычно применяют напряжение с промышленной частоты. В соответствии с методикой, изоляция кабельной линии подвергается испытательному напряжению в течение одной минуты. Время воздействия испытательного напряжения не влияет на состояние изоляции, если она не имеет дефектов и негативных воздействии, что делает возможным проведение осмотра изоляции, находящейся под напряжением[2].

Достоинства:

–более высокое испытательное напряжение: переменное напряжение позволяет выявить слабые места изоляции и предсказать поведение кабеля в реальных условиях эксплуатации, где на кабель могут воздействовать переменные электрические поля.

–более эффективная проверка изоляции: переменное напряжение создает дополнительную нагрузку на изоляцию, что позволяет более точно выявить скрытые дефекты, такие как слабые места или микротрещины.

Недостатки:

–Не выявляет все типы дефектов: некоторые типы дефектов, особенно связанные с постоянным напряжением, могут быть не выявлены при испытаниях переменным напряжением.

–Может быть более агрессивным: воздействие переменного напряжения на кабель может привести к его повреждению или ускоренному старению изоляции, если кабель не рассчитан на такое напряжение.

1.2 Проверка изоляции кабельных линий с использованием повышенного выпрямленного напряжения. Применение выпрямленного испытательного напряжения позволяет снизить мощность испытательного оборудования, проводить испытания установок с высокой емкостью (например, кабелей и конденсаторов), а также осуществлять контроль состояния на основе измеренных токов утечки[2].

Для производства испытания изоляции с использованием выпрямленного напряжения обычно используют схему однополупериодного выпрямления показана на рисунке 2.

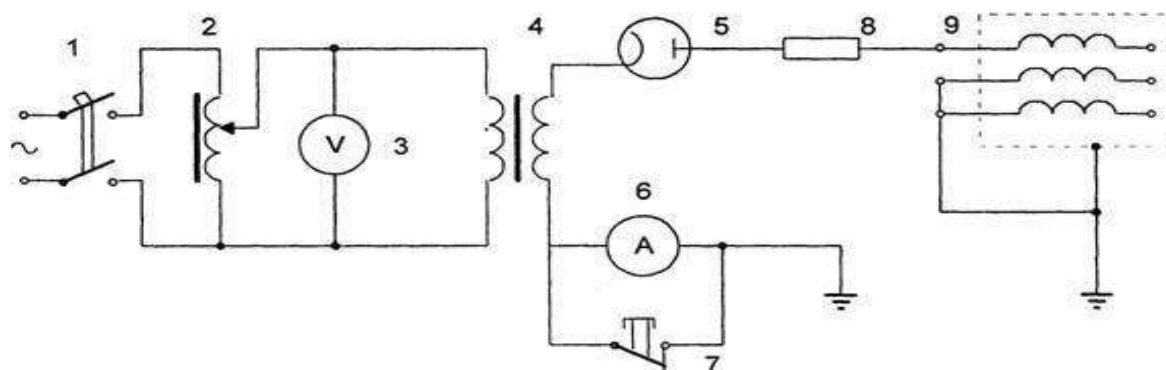


Рисунок 2- Схема испытания изоляции электрооборудования, повышенным выпрямленным напряжением

Достоинства:

- Точность диагностики дефектов изоляции: постоянное напряжение более эффективно выявляет дефекты изоляции, такие как утечки тока и слабые места, которые могут быть не видны при испытаниях переменным напряжением.

- Меньше риска повреждения кабеля: постоянное напряжение вызывает меньшие колебания в изоляции, что снижает риск её повреждения при испытаниях.

Недостатки:

- Меньше информационной нагрузки: при испытаниях постоянным напряжением может быть сложнее выявить проблемы, связанные с динамическими воздействиями переменного напряжения.

1.4 Использование импульсного метода. Импульсный метод используется для измерения расстояния до места повреждения в кабельных линиях как при однофазных, так и при многофазных коротких замыканиях, а также при разрывах кабельных жил. Метод обосновывается на измерении времени пробега t_x , необходимого для прохождения импульса от точки отправления до места повреждения и обратно[3].

Достоинства импульсного метода:

- быстрота, наглядность и простота измерений;
- возможность определения любых видов повреждений, в том числе повреждений в разных местах кабеля при условии $R_{перех} \leq 300 \text{ Ом}$. При этом, как правило, достаточно произвести измерения только с одного конца линии, не производя никаких присоединений на противоположном ее конце;
- непосредственное измерение расстояния до места повреждения с помощью осциллографа или по шкале калиброванной задержки независимо от длины и типа кабельной линии.

Недостатки метода:

- относительный характер измерения (абсолютная погрешность растет с увеличением расстояния);
- необходимость предварительного снижения переходного сопротивления в месте повреждения;

1.5 Метод колебательного разряда. Способ колебательного разряда основан на определении период (или полупериода), свободных (собственных) колебаний, которые появляются в заряженной кабельной линии в результате пробоя изоляции в области повреждения[4]. Данная колебания описывается как периодическое распространение электромагнитной волны от места дефекта до конца линии и обратно, при этом процесс постепенно затухает которая показана на рисунке3.

Достоинства метода:

- быстрота измерения;
- однозначность применения данного метода при определении расстояния до места повреждения типа заплывающего пробоя;

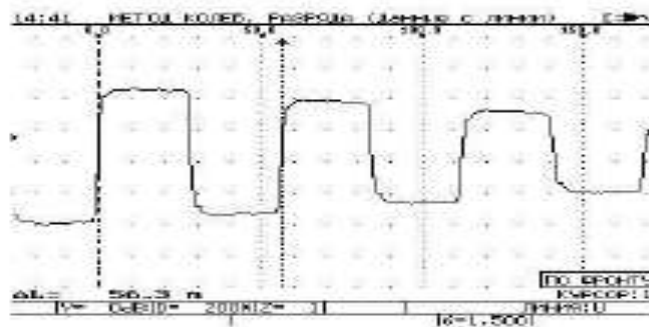


Рисунок 3- Вид дисплея рефлектометра рейс-305 при обнаружении дистанции до места дефекта методом колебательного разряда

Недостатки метода:

- относительный характер измерения при значительной (в некоторых случаях) погрешности;

- отрицательное влияние на измерение неоднородности кабельной линии.

1.6 Индукционный метод. Индукционный способ применяют:

- для выявления мест повреждения изоляции между жилами (как однофазные, так и межфазные неисправности);

- в случае обрыва линии с одновременным замыканием проводов, при переходном сопротивлении в месте замыкания не превышающем 10 Ом;

- для установления трассы и глубины расположения целого кабеля;

- для установления местонахождения кабельных муфт;

Метод позволяет точно выявить места повреждений, однако его использование связано с необходимостью прожига кабеля.

Суть способа состоит в следующем: через кабель впускается ток звуковой частоты, и с помощью чувствительных приборов регистрируется изменение электромагнитного поля над этим кабелем. ЭДС, возникающая в приемной антенне, пропорциональна току в кабеле, количеству витков и площади, которую охватывает антенна[5].

Достоинства индукционного метода:

- абсолютный характер измерения, так как место повреждения указывается непосредственно на трассе или на кабеле;

- высокая точность определения места повреждения (до 0,5 м);

Недостатки метода:

- необходимость предварительного снижения переходного сопротивления;

- трудность определения однофазных замыканий в кабелях, проложенных в земле.

1.7 Акустический метод. Акустический метод обладает высокой универсальностью и в большинстве кабельных сетей выступает в качестве основного метода. С их помощью можно выявлять повреждения разных типов: однофазные и межфазные короткие замыкания с различными переходными сопротивлениями, а также обрывы одной, двух или всех жил. В некоторых

случаях может быть выявлено несколько повреждений на одной КЛ. Данный метод используется для выявления мест повреждений в силовых КЛ, которые характеризуется заплывающим пробоем. Он также может быть применен в случаях замыканий с переходным сопротивлением, что приводит к стабильным искровым разрядам, а также при обрыве жил кабеля.

Суть способа состоит в генерации сильных электрических разрядов в области повреждения и регистрации звуковых колебаний на поверхности земли с использованием чувствительных приемников. Чтобы сформировать сильные разряды в области дефекта, электрическая энергия сначала накапливается в высоковольтных конденсаторах или ёмкости самого кабеля, заряжаясь от выпрямительной установки[6].

Достоинства акустического метода:

- возможность определения повреждения типа заплывающего пробоя;
- отсутствие необходимости предварительного прожигания при определении повреждений с переходным сопротивлением более 40 Ом.

Недостатки метода:

- необходимость создания устойчивого контакта с землей при каждом измерении;
- большая подверженность влиянию посторонних акустических поиск;

Все вышеперечисленные методы имеют свои преимущества и недостатки, методика применения данных средств разработана и на практике показала себя с хорошей стороны. Но данные средства имеют один общий недостаток – это невозможность учета характеристик переходных процессов в КЛ во время их работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шалыт, Г.М. Определение мест повреждения в электрических сетях / Г.М. Шалыт. - М.: Энергоатомиздат, 1982. - 312 с
2. <https://www.ruscable.ru/doc/documentation/instruction-16.html>
3. Методы определения места повреждения кабельных линий [Электронный ресурс]. URL: <http://malahit-irk.ru/index.php/2011-01-13-09-04-43/40-2011-04-10-02-08-29.html> (дата обращения: 09.07.2015).
4. Методические указания по определению места повреждения силовых кабелей напряжением до 10 кВ. РД 34.20.516-90. Министерство энергетики и электрификации СССР. Главное научно-техническое управление энергетики и электрификации. 10с.
5. Поиск повреждения кабельных линий индукционными трассоискателями фирмы «СТЭЛЛ» [Электронный ресурс]. URL: <http://reis205.narod.ru/metind.htm> (дата обращения: 14.07.2015).
6. Дементьев, В.С. Как определить место повреждения в силовом кабеле. Третье издание, переработанное / В.С. Дементьев. - М.: «Энергия», 1980.

ӘӨЖ-621.039

Бекмұхамбетов Е. (22-ТЭК-1, ШҚТУ), Дуйсембаева Г.С. (аға оқытушы, ШҚТУ)

ҚАЗАҚСТАНДА БУГАЗ ТУРБИНАСЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУДЫҢ ЖАҢА ӘДІСТЕРІ

***Аңдатпа.** Әлемдік энергетиканы дамыту тәжірибесі энергетикалық блоктардың жылу тиімділігін арттырудың парогазды технологияларды қолдану арқылы мүмкін екенін көрсетеді. Газотурбинді және бутурбиналы қондырғыларды бір энергоблокта жоғары және төмен температуралық циклдер бойынша біріктіру отынды тиімді пайдалануды арттырып, БГҚ-дың жұмысындағы ПЭК-ті 65 %-ға, конденсациялық режимдегі жылу беру БГҚ-ды 45-55 %-ға дейін көтеруге мүмкіндік береді, яғни басқа жылу қозғалтқыштарына қол жеткізу мүмкін емес деңгейге. Және де болашақта атом электростанциясымен қатар бугаз турбинасын қолдану энергетика саласындағы ең өзекті мәселелердің бірі болуы қажет.*

***Түйін сөздер:** Бугаз турбинасы, энергетика, отын, энергетика, Қазақстан, өнеркәсіп.*

Қазіргі энергетикалық машина жасау кезеңінде ПГУ-дың ПЭК-і максималды мүмкін мәнге (62–63%) жақындап қалды, яғни алдағы 20–25 жылда ГТУ мен ПГУ-дың экономикалық тиімділігінде елеулі өсу болмайды. Осыдан шығатын қорытынды, бүгінгі таңда Ресейде отандық және әлемдік машина жасауды негізге ала отырып, отандық энергетиканың 20–30 жылдық дамуы үшін ең заманауи ПГУ өндірісін ұйымдастыруға қолайлы жағдайлар бар.

Қазақстанның ТЭЦ-ін әлемдік және отандық энергетикадағы ең жана жетістіктер негізінде қайта қаруландырудың шұғыл қажеттілігіне байланысты, сондай-ақ газ отынының құнының өсуімен байланысты, ескірген жабдықты ауыстыру кезінде электр станцияларының жылу тиімділігін едәуір арттыру ерекше маңызды. Сонымен қатар, ғылым мен технологиялар саласындағы үздік әлемдік жетістіктер негізінде 400-ден 900 МВт-қа дейінгі қуаттылығы бар жаңа ПГУ-ларды өндіру үшін заманауи отандық энергетикалық машина жасауын құру, ТЭЦ-те жаңа ПГУ серияларын салу және олардың тиімді пайдалану отандық ғылым, техника және энергетикалық машина жасауды жаңғыртуда маңызды қадам болып табылады. ПГУ-ның технико-экономикалық көрсеткіштері бойынша маңызды артықшылықтары отандық энергетиканың дамуының негізі болуы тиіс. Бұл энергияны түрлендіру түрі бүгінгі күні айқын «бум» кезеңін бастан кешіруде.

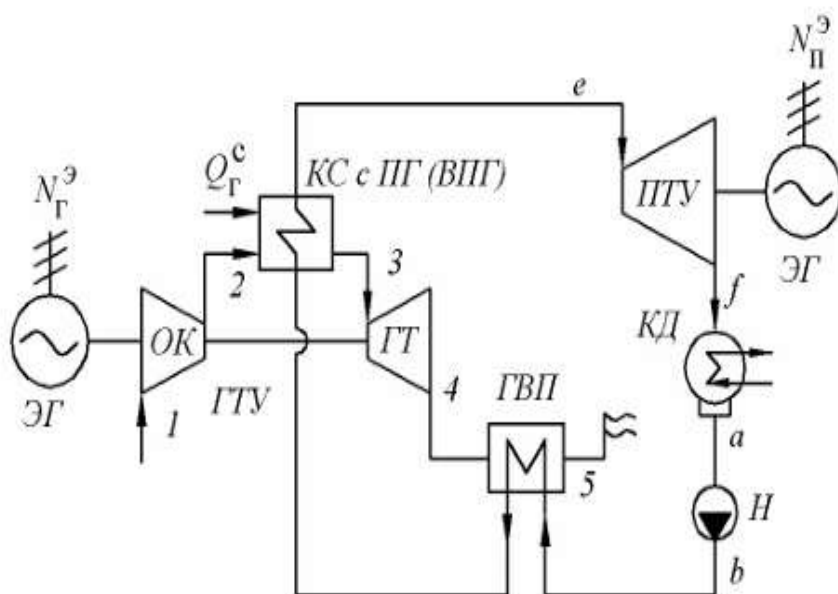
Өртүрлі типтегі ПГУ-лар (газды котелге жіберумен (төмен қысымды бу генераторы (ТҚБГ) және жоғары қысымды бу генераторы (ЖҚБГ) бар) қолданылса да, ең тиімді және перспективалысы – котел-утилизаторлары бар ПГУ-лар. Олардың кейбірінде нетто КПД 50–52 % жетті, ал алдағы уақытта 54–55 % дейін артуы мүмкін. Егер турбина алдындағы газдың температурасы жеткіліксіз болса (950–1000 °С төмен), онда қосымша жағу қажет. Бұл жағдайда кәдімгі бу турбинасы қолданылады. Жоғары температураларда (1000 °С жоғары) барлық ПГУ түрлерінің ішінен таза бинарлық схема (қосымша

жағусыз КУ) ең оңтайлы болып табылады. Мұндай ПГУ-да бу турбинасы әдетте барлық энергия блогының қуатының жартысын немесе үштен бірін өндіреді және параметрлері мен конструкциясы ТЭС-те қолданылатын басқа түрлерден айтарлықтай ерекшеленеді. Қазіргі уақытта қуатты ПГУ негізінен табиғи газда жұмыс істейді, ол сұйық отынмен резервтеледі. Сонымен қатар, көмірді газдандырудың түрлі технологияларына негізделген жобалар әзірленуде және тәжірибелік ПГУ-лар бар. ПГУ-лардың экономикалық тиімділігін арттыру, шығарындыларды азайту, жұмыс істеп тұрған жабдықты максималды пайдалану, дайындықты арттыру және т.б. қамтамасыз ететін көптеген нұсқалары да қарастырылған.

Бүгінгі күні заманауи ГТ-ның қарапайым циклде жұмыс істегендегі КПД-сы 38...38,5 % жетеді, қуаты 280 МВт-қа дейін. Бұл ПГУ-ның КПД-ны 58 % деңгейінде алуға мүмкіндік береді. Газдардың кіріс температурасы 1427 °С-қа дейін көтерілгенде, ПГУ-ның КПД-сы 60 % жету мүмкіндігі пайда болады, ал газдардың температурасы 1500 °С-қа дейін көтерілгенде – 62 %. Әрине, бұл жағдайда ПТ-ны жетілдіру, бу параметрлерін (суперкритикалық қысымды қолдануға дейін) арттыру, ағын бөлігін жетілдіру, бу ағып кетулерін азайту қарастырылады.

Бұл жағдайда ПГУ-ды одан әрі ықшамдау және капиталды шығындарды қосымша азайту мүмкіндігі туындайды, яғни ГТ мен ПТ-ны бір валда жалпы генератормен орындау арқылы, яғни так называемые одновальные ПГУ-ға көшу. Бұл ретте екі турбина әдетте ортақ майлау және реттеу жүйесімен орындалады, соның нәтижесінде басқа қосалқы жабдықтардың саны азаяды. Көбінесе, мұндай ПГУ-дағы бу турбиналарының қуаты ТЭС және АЭС-тің ПТУ-мен салыстырғанда аз. Екі ГТУ мен бір ПТУ-дан тұратын ПГУ-да және бүгінгі таңда 500 МВт-қа дейінгі энергия блогының нақты қуатында бір ГТУ-дың қуаты 150–200 МВт-қа дейін; бу турбиналарының да дәл сондай шекті қуаттары бар. Дегенмен, Mitsubishi (Жапония), Westinghouse (АҚШ) және General Electric (АҚШ) өндірісінің 300 МВт-тан асатын заманауи газ турбиналары бар.

Дәстүрлі энергетикалық технологиялардың басты проблемаларының бірі экологияға әсері болып табылады. Алайда, парогазды турбиналар кәдімгі көмір және газ станцияларымен салыстырғанда экологиялық таза болып табылады. Жоғары КПД электр энергиясын өндіру үшін аз отын қажет екенін білдіреді, бұл өз кезегінде көмірқышқыл газы мен басқа ластаушы заттардың шығарындыларын азайтады.



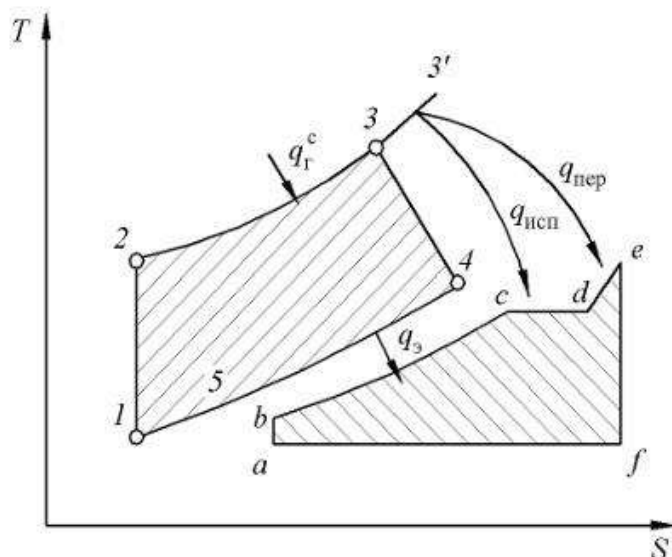
Сурет-1 ПГУ-дың принципіалды жылу схемасы

Сонымен қатар, ПГТ үшін отын ретінде табиғи газды пайдалану көмірге қарағанда қоршаған ортаға аз зиянды. Табиғи газ ластаушы элементтер, мысалы, күкірт және азот оксидтері аз болатын таза отын болып табылады, бұл атмосфераға теріс әсерді азайтуға мүмкіндік береді.

Глобалдық декарбонизация тенденциясын ескере отырып, парогазды турбиналардың болашағы жаңартылатын энергия көздерімен интеграциясымен байланысты. Күн немесе жел энергиясы электр энергиясын тұрақты өндіруді қамтамасыз ете алмайтын кезде, парогазды турбиналар желіні тұрақтандыруда маңызды рөл атқара алады. Олар қысқа мерзімде іске қосылып, қуатты жедел өзгерте алады, бұл өзгермелі генерация жағдайында үлкен артықшылық болып табылады. Сонымен қатар, энергия сақтау технологияларының дамуы (мысалы, батареялар немесе жылуды сақтау жүйелері арқылы) ПГТ-ны жаңартылатын энергия көздерімен жүйеге тиімдірек интеграциялауға мүмкіндік береді, дәстүрлі көмірсутек көздеріне тәуелділікті азайтады.

Экономикалық тұрғыдан парогазды турбиналар елеулі артықшылықтар ұсынады. Мұндай станцияларды салуға бастапқы инвестициялар жоғары болуы мүмкін, бірақ эксплуатациялық шығындар мен энергия өндірісінің құны көбінесе дәстүрлі жылу станцияларынан төмен болады.

Бұл оларды тұрақты және қолжетімді энергиямен қамтамасыз етуге ұмтылатын елдер үшін тартымды нұсқа етеді. Парогазды турбиналарды бар ТЭС-ті модернизациялау үшін де қолдануға болады.



Сурет-2 БГК термодинамикалық графигі

Жай газды немесе көмірлі турбиналардан комбинирленген циклдарға көшу КПД-ны айтарлықтай жақсартып, отын шығындарын азайтуға мүмкіндік береді, бұл оларды бар инфрақұрылым жағдайында да экономикалық жағынан тиімді етеді. Көптеген артықшылықтарына қарамастан, парогазды турбиналар бірқатар қиындықтарға тап болады, оларды жеңу қажет.

Біріншіден, тиімділікті одан әрі арттыру үшін жоғары температура мен қысымға төзімді жаңа материалдарды әзірлеу қажет, сондай-ақ турбиналардың жоғары жүктемелер жағдайында сенімділігін қамтамасыз ету керек. Екіншіден, қазба отындарына тәуелділік маңызды мәселе болып қала береді, бұл ПГТ-ның таза энергия көздеріне көшу жөніндегі жаһандық күш-жігер контекстінде перспективаларын шектейді. Дегенмен, көміртекті ұстау технологияларын дамыту және сутекті отын ретінде пайдалану осы мәселенің шешімі болуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. А.Ю.Култышев,А.С.Алешина.Парогазовые установки и особенности паровых турбин для ПГУ,2022 [учебное пособие],сілтеме-https://www.gehia.ru/fileadmin/f/holding/presscenter/sources/2430_Kultyshev_Parogazovye.pdf
2. А.Ф.Рыжков,П.С.Филипов. Анализ работы парогазовых установок с внутрицикловой газификации.А.Ф,2019. [Учебное пособие]
3. А.Д.Трухний. Парогазовые установки электростанций, 2013.[учебное пособие]

УДК 628.9.04

Бектемиров А.М. (23-МЭЛ-2, ВКТУ), Прохоренкова Н.В. (PhD, ВКТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ОСВЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. В статье рассматривается снижение энергозатрат и повышения эффективности в области электронного освещения, основанный на усилиях по искусственному интеллекту, цифровых двойников и методов оптимизации (нейронных сетей, генетических алгоритмов). Экспериментальные результаты подтверждают, что сочетание динамической настройки освещения с прогнозирующим обслуживанием оборудования обеспечивает продление срока службы систем и стабильное состояние.

Ключевые слова: энергопотребление, системы освещения, искусственный интеллект, нейронные сети, генетический алгоритм.

Вопросы оптимизации энергопотребления в области постоянного освещения и контроля характеристик экономических показателей сегодня составляют одну из ключевых позиций в научных исследованиях. Стремление к сокращению затрат, повышению надежности и совершенствованию пользовательского опыта сопровождается ростом интереса к широкому спектру технологий искусственного интеллекта. Стоит отметить прогресс в области нейронных сетей, генетических алгоритмов и цифровых двойников, которые активно используются для предсказания энергопотребления, адаптивного управления осветительными устройствами и проведения технического обслуживания. Методы исследования по оптимизации энергопотребления в системах освещения с использованием нейронных сетей представляют особую актуальность в области связи с учетом требований, одновременно обеспечивая снижение затрат, повышение надежности и улучшение пользовательского опыта. Целью данной работы является выявление наиболее эффективных интеллектуальных технологий управления осветительными устройствами, включая адаптивные алгоритмы на базе нейронных сетей, генетические методы оптимизации и цифровые двойники.

Предлагается комплексный подход к проектированию систем уличного освещения, основанный на интеграции солнечных панелей и интеллектуальных осветительных модулей. Такие модули обеспечивают адаптивное регулирование яркости светильников с учётом динамики заряда аккумуляторов, показаний датчиков и текущих погодных условий, что способствует повышению энергоэффективности и надёжности системы. Такой подход позволяет сократить энергозатраты и повысить автономность освещения, особенно в отдаленных районах с недостаточной инфраструктурой. Исследователи [1] представили разработанную модель в среде MATLAB Simulink, которая включает в себя модули солнечных батарей, аккумуляторных блоков и управляющего нейронного алгоритма, прогнозирующего

потенциальную выработку энергии по историческим и текущим данным. На рисунке 1 приведена структурная схема всей системы, где видно, как потоки энергии перераспределяются между аккумуляторами и лампами в зависимости от уровней освещённости, времени суток и определяемой активности объектов. Подобная схема дает представление о том, каким образом можно уменьшить размеры панелей солнечных батарей и ёмкость батарей, чтобы снизить риск полного разряда при неблагоприятной погоде.

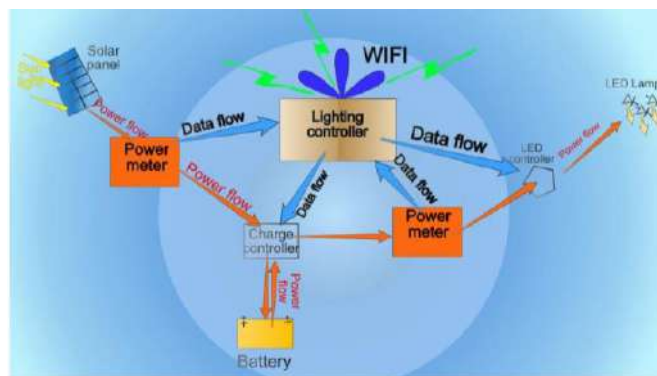


Рисунок 1- Структурная схема системы.

Важной деталью [1] становится использование алгоритмов машинного обучения для прогнозирования рабочего состояния. Показано, что нейронная сеть, обученная на наборе исторических данных (включая облачность, продолжительность светового дня, активное движение и пр.), способна на 10–15% точнее определять, когда именно следует включать лампу на полную мощность, а когда можно переходить в экономный режим. Хотя базовая идея базируется на классических уравнениях энергетического баланса, именно интеллектуальное управление дает возможность автоматически «обучаться» и подстраиваться под меняющиеся сезонные условия. По результатам экспериментальной проверки в летний период переход на городские источники питания требуется лишь в 5–10% случаев, а в зимний период — не составляет 30%. Сами авторы подчёркивают, что наиболее эффективным оказалось комбинированное решение, когда система позволяет гибко проводить яркость и при этом сохранять запас в батареях под наиболее критичные часы.

Рассматривается вопрос снижения затрат на обслуживание систем за счёт внедрения методов интеллектуального мониторинга оборудования (например, силовых приборов, трансформаторов, кондиционеров, насосов и т.д.). Отмечается, что такой подход позволяет своевременно выявлять ранние признаки деградации узлов и тем самым предотвращать аварийные ситуации. Переход от реактивного ремонта (осуществляемого уже после поломки) к проактивной стратегии обслуживания способствует существенному сокращению совокупных затрат и повышению надёжности работы всей инфраструктуры. В исследовании [2] приводится анализ данных от энергосистем в коммерческих зданиях, где применяется метод глубинного обучения (LSTM) для корректировки показателей аномалий в ряде параметров: скачки вибрации, изменение потребляемой мощности, перегрев компонентов.

На рисунке 2 схематически показано, как модель определяет моменты, когда стоит запланировать обслуживание, чтобы избежать внештатного отключения. Подобный подход особенно важен в цепочке поставок, когда небольшие потери оборудования влечёт ощутимые финансовые затраты или замедляются в плане качества предоставления услуг (например, в условиях контроля климата в крупных офисных центрах).

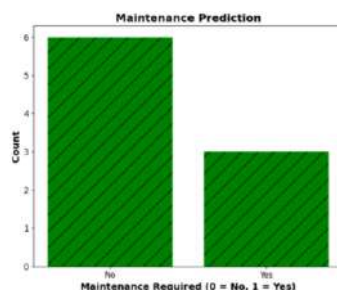


Рисунок 2- Прогноз технического обслуживания.

Применение сохраненных нейронных сетей (DNN) для прогнозного анализа позволяет автоматически выбирать закономерности и закономерности, незаметные при использовании традиционных регрессионных или статистических методов. Благодаря этой системе можно использовать оператор о возможности вывода из строя компрессора за несколько дней или недель до того, как возникнут очевидные симптомы. В [2] подчеркивается, что большая часть оборудования при регулярном, грамотно организованном техническом обслуживании сохраняет ресурс и потребляет меньше электроэнергии, поскольку отклонения (например, повышенное трение, сбои в работе вентиляторов) влияют не только на надежность, но и на КПД. Кроме того, аналитические алгоритмы рекомендательного характера позволяют регулировать окно времени для технического обслуживания (учитывание нагрузки на инфраструктуру), что дополнительно влияет на последствия вынужденных простоев.

Далее рассматривается идея повышения «чувствительности» систем освещения к факторам, связанным с человеческим восприятием и поведением. Особое внимание уделяется оптимизации энергопотребления, которая достигается за счёт адаптивного управления яркостью и сокращения времени работы ламп в периоды сниженной активности пользователей. Но авторы [3] уделяют внимание более тонким проблемам, используя генетические алгоритмы и нейронные сети для одновременной оптимизации двух ключевых моментов: комфорт зрительного наблюдения и экономия электроэнергии. По сути, разрабатывается система, которая позволяет анализировать различные параметры (тип помещения, расположение рабочих мест, наличие естественного света в разные периоды суток) и такие режимы затемнения в зале, которые, когда люди не испытывают дискомфорта, снижают общее энергопотребление. На рисунке 3 показан пример настройки диммирования в офисном пространстве, где генетический алгоритм перебирает множество вариантов уровней освещённости, ориентируясь по данным о предпочтениях

сотрудников и подключению световых датчиков. Нейронная сеть, в свою очередь, обучена предсказывать, как изменение изменения влияет на выборочную оценку точности.

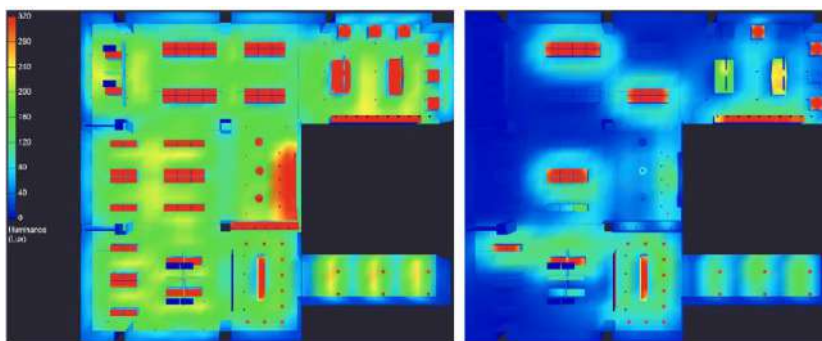


Рисунок 3- Пример настройки диммирования.

Интересно, что генетические алгоритмы, внедренные в [3], играют роль глобальной оптимизации, пытаясь найти «золотую середину» между экономией и визуальным качеством. Далее, на основе результатов, рассчитываются правила для адаптивного управления освещением, где учитывается количество людей, текущее время суток, прошлые измерения уровней освещённости и даже прогноз погоды (что может означать количество естественного света в помещении). Такая гибкость дает более высокий процент экономии, чем статические или традиционные адаптивные системы, а встроенная нейросеть позволяет быстро переобучаться, если условия эксплуатации меняются — например, перестановка мебели, изменение планировки помещений или другой график работы сотрудников.

Рассматриваются особенности организации освещения в автомобильных туннелях как важном звене транспортной инфраструктуры. Ключевой задачей является обеспечение безопасного уровня яркости для водителей, движущихся на высокой скорости, поскольку резкий переход от яркого дневного света к искусственному освещению может провоцировать кратковременные нарушения зрительного восприятия. Авторы [4] используют метод сегмента динамического управления, при котором туннель разбивается на несколько секций. Каждая секция включает в себя комплект датчиков для контроля распространения в современном естественном свете, международных транспортных потоках и других параметрах. На изображении система изменяет яркость освещения приборов, обеспечивая плавный переход для водителей и снижая общее энергопотребление в периоды низкой нагрузки. На рисунке 4 можно увидеть упрощённую схему такого сегментирования, где каждая зона управляется локальным контроллером с обратной связью, а центральная «мозговая» система — это специализированная нейронная сеть, обученная предсказывать ведущий поток автомобилей в разное время суток. Подобная организация дает возможность экономить электроэнергию в период минимального трафика (например, ночью), а в то время максимально плавно повышать освещённость до нормативных показателей. Экспериментальные результаты показывают, что

в среднем можно добиться до 35% экономии энергии по сравнению с продолжительным равномерным освещением туннеля.

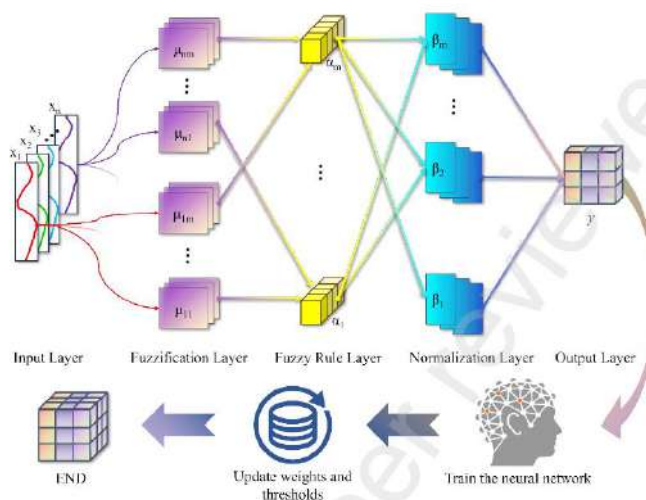


Рисунок 4- Упрощённую схему такого сегментирования.

Рассматривается ещё одно направление применения современных технологий — прогнозирование энергопотребления для яхт класса «люкс». Такой подход позволяет эффективно планировать расход ресурсов и повышать общую надёжность и автономность судов. Авторы используют размеры двойного судна, в которых моделируются все основные системы: ходовая часть, освещение каюты, управление климатом, холодильные камеры для продуктов, вычислительные блоки для развлечений и общения. Такая цифровая двойная непрерывность получает данные от нескольких датчиков на борту, и на основе этой модели ИИ предсказывает уровни потребления энергии в разные периоды путешествия, погодные условия в прошлом, маршрут, количество пассажиров и даже типы предоставляемых услуг. На рисунке 5 показано, как этот цифровой двойник визуализирует схемы подачи энергии для различных палуб. Ключевым плюсом такого подхода является возможность принятия превентивных решений относительно работы генераторов, запасов топлива, заряда аккумуляторных систем и управления «зелеными» источниками (например, солнечными панелями, если такие предусмотрены). Помимо выгод в плане комфорта и стабильности энергоснабжения, это напрямую влияет на снижение выбросов CO_2 в Европе, поддерживающую экологическую направленность индустрии роскошного туризма.

Объединяя эти исследования, можно увидеть ряд тенденций, характерных для современного научного развития в сфере интеллектуальных систем освещения и энергопотребления. Во-первых, все авторы, использующие нейронные сети, повышают точность прогнозирования и управления по сравнению с классическими методами. Либо это LSTM-сети и CNN-модели для создания сложной модели, либо встроенные обучающие модули, непрерывно совершенствующие предиктивные возможности. Во-вторых, многие решения ориентированы на «динамическую» или «сегментированную» схему работы,

где разные участки возгорающейся территории (улицы, туннели, помещения на яхтах или офисные помещения) могут работать в своих персонализированных режимах, не требуя единой жёсткой настройки для всей системы. Такая модульность дает возможность экономить электроэнергию и при этом поддерживать принцип должного уровня комфорта и безопасности. В-третьих, во всех традиционных работах так или иначе присутствует идея прогнозирования не только текущей, но и будущей нагрузки. Это применимо и к наружным фонарям на солнечных батареях [1], и к системам профилактического обслуживания крупных зданий [2], и к офисному затемнению [3], и к туннельному освещению [4], и к яхтам [5]. Если в ближайшее время возрастет или снизится потребность в электричестве, система может перераспределить ресурсы и обратить внимание на ситуацию, либо заранее проинформировать операторов о необходимости регулирования. Таким образом, возникает проблема «энергетического шока», когда внезапное повышение нагрузки приводит к быстрому разряду батарей, перегрузкам или поломкам первых узлов.

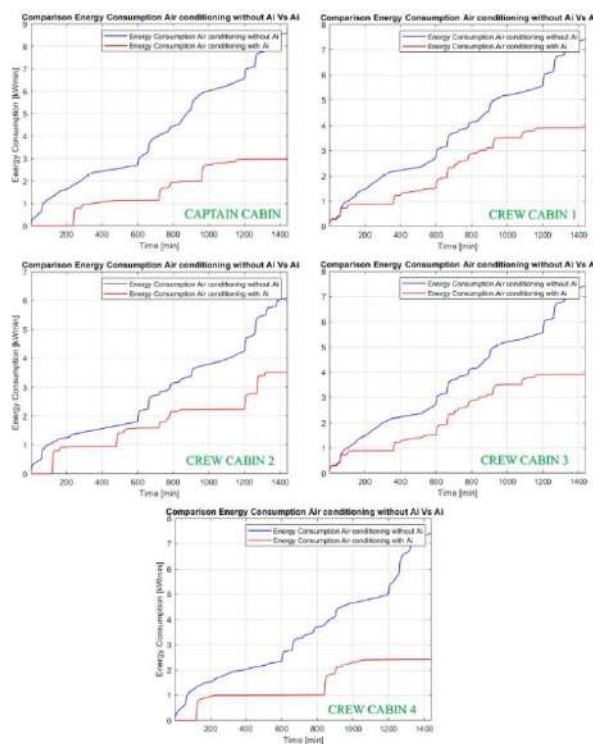


Рисунок 5- График подачи энергий.

Еще одна интересная структура всех проектов — это многоуровневый характер управления, когда с основным центральным контроллером существует локальная логика принятия решений. Такой подход повышает надежность всей системы: при сбоях в основной сети или канальных соединениях локальные блоки могут продолжать работать, опираясь на постоянное измерение и заранее заданные алгоритмы. Однако в идеале для достижения наибольшей эффективности требуется единый координирующий узел с богатой базой данных, куда стекается информация об активности пользователей,

метеоусловиях, состоянии батарей и пр. Для реализации такой распределенной системы чаще всего используются цифровые двойники, позволяющие тестировать и корректировать алгоритмы в среде стабильности, как это сделано в [5].

По проведенному анализу можно сделать вывод, что интеллектуальные методы управления освещением, основанные на нейронных сетях, генетических методах и цифровых двойниках, действительно позволяют добиться значимых улучшений в плане экономии электроэнергии и повышения надежности систем. Например, в уличном освещении это отражается в минимизации использования сети даже в неблагоприятных погодных условиях, а в промышленных и коммерческих зданиях – в снижении затрат на обслуживание и предотвращении неожиданных поломок оборудования. Кроме того, при сегментированной схеме управления туннелями возникают ощутимые результаты за счет динамической подстройки начиная с первого транспортного потока, цифровые двойники на морском транспорте дают возможность заранее планировать энергозатраты, тем самым снижая максимальную нагрузку на генераторы и окружающую среду. В целом, все представленные подходы указывают на прогрессивность объединения традиционного инженерного проектирования с современными алгоритмами машинного обучения и методами оптимизации, что помогает одновременно повышать комфорт, обеспечивать безопасность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Design, Simulation, and Analysis of a Solar-Powered Street Lighting Control System for Power Consumption Prediction – M. Junisbekov, D. Grigoryev, M. Tolganbayeva, 2024.
2. Predictive Maintenance for Energy Systems in Built Environments Using Deep Learning Models – N. O. Adelakun, S. A. Omolola, 2024.
3. Optimising dimming systems for visual experience and energy consumption using genetic algorithms and neural networks – W. Bian, W. Hu, 2025.
4. Research on the Segmented Dynamic Control Method for Highway Tunnel Lighting Considering Energy Consumption Reduction – X. Wang, H. Zhou, P. Cao, R. Wen, M. Wu, Q. He, 2024.
5. Leaveraging Digital Twin & Artificial Intelligence in Consumption Forecasting System for Sustainable Luxury Yacht – P. Dini, D. Paolini, S. Saponara, M. Minossi, 2024.

УДК 620.92

Бурдукова Н.В. (24-МЭЛ-2, ВКТУ), Ердыбаева Н.К. (д.ф.-м.н., ВКТУ)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ 110/220/500кВ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ КАЗАХСТАНА

Аннотация. Данная статья представляет собой краткий обзор тенденций развития расчётов, анализа и нормирования потерь электроэнергии по линиям высокого напряжения 110/220/500кВ в сетях Казахстана, от времени их постройки, как части электрических сетей бывшего СССР, до постсоветского и независимого Казахстана наших дней. В работе освещаются основные аспекты повышения энергоэффективности электропередачи, а также факторы, влияющие на величину потерь электрической мощности и их снижение.

Ключевые слова: линия электропередач (ЛЭП), потери электрической мощности, энергосбережение, энергоэффективность, электрические сети Республики Казахстан.

Энергосбережение — это реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование и экономное расходование топливно-энергетических ресурсов

Потери электрической энергии в электрических сетях — это разница между отпуском в сеть с генерирующего источника и фактически полученным потребителями ресурсом.

В 1891 году русский электротехник Доливо-Добровольский и немецкий инженер Миллер открыли новую эру в истории электроэнергетики, осуществив дальнюю электропередачу трёхфазного тока высокого напряжения. Сооружённая для Франкфуртской всемирной выставки Лауфен-Франкфуртская электропередача обладала невиданными для того времени характеристиками. Протяжённость ЛЭП составляла 170 км, а напряжение 15 кВ.

Она демонстрировала не только преимущества трёхфазного тока, но и технические проблемы передачи электроэнергии на дальние расстояния. Результаты демонстрации заставили многие электрические компании задуматься о коммерческих потерях, связанных с потерей электрической мощности при её транспортировке по ЛЭП [1].

В 90-х годах XIX века, когда по проводам первых промышленных высоковольтных линий электропередачи пошёл ток, и для борьбы с потерями электрической мощности использовались следующие методы: увеличение сечения проводника, повторное заземление нулевого провода, визуальный осмотр воздушных линий электропередач.

С начала XX века над созданием технологий электропередач работали одновременно ученые СССР, ученые США, ученые других стран, и технология постоянно совершенствуется до наших дней.

В современном мире, по прошествии столетия, анализ электрических потерь

остаётся актуальным по следующим причинам:

- Важнейший экономический показатель технического состояния электрических сетей.
- Зависимость между ростом потерь электроэнергии в сетях и кризисом экономики. Это особенно проявляется при рыночных методах управления энергетикой.
- Повышение инвестиционной привлекательности электроэнергетики.
- Необходимость контроля эффективности эксплуатируемого оборудования. Отслеживание потерь электрической энергии в реальном масштабе времени и особенно при возникновении неисправных режимов работы оборудования позволяет снижать эксплуатационные затраты [2].

Активное развитие методологии расчётов технических потерь электроэнергии в электрических сетях Казахстана, как части бывшего СССР, совпадает с началом внедрения вычислительной техники в практику расчётов режимов электрических сетей в середине 60-х годов XX века.

К этому времени уже имелась развитая теоретическая и математическая основа для расчётов и оптимизации режимов магистральных и распределительных электрических сетей, в том числе для расчётов потерь мощности и электроэнергии в них.

В середине 70-х годов XX в. были утверждены первые нормативные документы по расчёту и анализу потерь в электрических сетях энергосистем, ориентированные на применение ЭВМ.

В 1980 - 1982 гг. введены в действие первые инструкции по организации внедрения, планированию и оценке эффективности мероприятий по снижению потерь электроэнергии. В те же годы вышел в свет ряд книг, посвящённых расчётам, анализу и снижению потерь электроэнергии в электрических сетях.

Примерно в середине 80-х годов XX в. был накоплен достаточно большой опыт применения методов расчёта потерь электроэнергии в электрических сетях, разработанных и внедрённых различными научными школами бывшего Советского Союза, применительно к существующим в то время информационному обеспечению расчётов и математическим методам обработки информации. Активно формировались основные пути развития этих методов [3].

По результатам внедрения временной инструкции 1976 г. в 1987 г. была разработана и в 1988 г. введена в действие “Инструкция по расчёту и анализу технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений”. По существу, эта инструкция почти на 20 лет стала методической основой расчёта технических потерь в электрических сетях. Нормативы потерь электроэнергии утверждались в отделениях ОРГРЭС, по разработанным ими требованиям [4].

С развитием информационного и программного обеспечения появилась возможность расширить номенклатуру структурных составляющих потерь с уточнением методов их оценки.

Этап распада СССР, приведший к самоопределению Казахстана, России и

других стран, входящих ранее в состав СССР, а позднее и СНГ выстроился ряд взаимных отношений между странами, бывшими союзниками СНГ, в области энергетики. Добрососедские отношения между странами были сохранены. При реорганизации электрических сетей были приняты ряд основополагающих документов по вопросам функционирования единой электрической национальной сети, документов, позволяющих выходить на международный уровень в области энергетики.

После 1991 г. нормирование потерь электроэнергии стало осуществлять Министерство энергетики Республики Казахстан (РК) с участием назначенных Минэнерго и Антимонопольным комитетом РК нескольких экспертов, в том числе ТОО “Фирма “Казэнергонадка”, являющаяся разработчиком многих нормативных документов РК.

Особое внимание к расчётам и нормированию потерь электроэнергии в сетях Казахстана стало уделяться после реструктуризации электрических сетей республики в 1997 г. До реструктуризации, на территории Казахстана действовали 10 энергетических систем, в состав которых входили сети напряжением от 0,4кВ до 500кВ, тарифы на электроэнергию были одинаковыми для потребителей всей территории страны.

В результате реструктуризации энергетики Казахстана из состава электрических сетей республики были выделены Национальная электрическая сеть напряжением 220/500 кВ АО “KEGOC” и 17 региональных энергопередающих компаний (РЭК).

В январе 2012 года был принят Закона Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности».

Изменился подход к тарифной политике. Формированию тарифов сетевых компаний стали придавать большое значение, в том числе расчётам и нормированию потерь электроэнергии в электрических сетях всех энергопередающих компаний [5].

1 июля 2023 года были внесены изменения в Закон Республики Казахстан «Об электроэнергетике» о переходе с тестового режима работы на режим реального времени (введение в работу) балансирующего рынка электроэнергии.

Еще одним внесенным изменением в Закон Республики Казахстан «Об электроэнергетике» в 2024 году является установление Единого закупщика электроэнергии в Казахстане. Единый закупщик покупает электроэнергию у всех энергопроизводящих организаций, присоединенных к НЭС.

С развитием балансирующего рынка электроэнергии, с новыми хозяйственными и экономическими отношениями субъектов этих рынков всё более актуальными становятся и новые задачи расчёта технологических потерь электроэнергии, в том числе:

- оперативный мониторинг потерь мощности и электроэнергии на получасовых и часовых интервалах, с целью своевременного принятия решений по снижению этих потерь;
- оперативный расчёт, анализ и прогнозирование потерь от транзитных

перетоков мощности и электроэнергии, разделение этих потерь между участниками рынка электроэнергии по степени их влияния на величину транзитных потерь;

- прогноз потерь электроэнергии на сутки вперёд для повышения точности прогнозирования балансов электроэнергии на соответствующих торговых площадках;

- прогноз потерь электроэнергии на среднесрочную и долгосрочную перспективу с учётом прогнозов электропотребления, развития электрических сетей, ввода нового генерирующего оборудования.

Анализ проводится путём разделения потерь по группам сетей: протяжённые и межсистемные электропередачи, основные сети 110–750 кВ, распределительные сети 6–35 кВ, сети до 1000 В.

Информация, получаемая в результате такого анализа, позволяет оценить удельный вес потерь энергии во всех звеньях системы. Накопление информации в динамике даёт возможность намечать пути рационального снижения потерь.

Технологические потери электрической энергии в электрических сетях включают в себя следующие составляющие:

- Технические потери. Возникают вследствие физических процессов в электрооборудовании и сетях.

- Коммерческие потери. Обусловлены различного рода хищениями электроэнергии и несвоевременной её оплатой.

- Инструментальные потери. Возникают вследствие систематических погрешностей измерительных приборов систем учёта и контроля электроэнергии.

- Потери на собственные нужды. Учитывают потери в электроустановках системы собственных нужд.

Отчётные (фактические) потери электроэнергии в любой электрической сети определяются суммой этих составляющих.

Технологические потери рассчитываются на основании данных о фактических потерях электрической энергии за базовый период, полученных на основании показаний приборов учёта.

Технические потери АО «КЕГОС» за 2023 год составили 2,923 млрд кВт·ч, или 5% от отпуска электроэнергии в сеть [6].

Основной целью планирования и проведения мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях является доведение фактического значения технических потерь электроэнергии до их оптимального уровня и повышение энергоэффективности в целом.

Президентом и правительством РК взят курс на доведение тарифов на электроэнергию до экономически обоснованных, с учетом необходимости опережающего развития предприятий электроэнергетики. Что означает, в реальности, кратный рост тарифов. В этих условиях, затраты на компенсацию технологического расхода (потерь) для энергопередающих организаций становятся самой значимой частью общих затрат.

С учетом вышеприведенных доводов, снижение потерь электроэнергии, при ее передаче и распределении, является одним из приоритетных факторов энергосбережения для АО «KEGOC», РЭК и других хозяйствующих субъектов энергосетевых компаний РК.

Возникла необходимость в пересмотре подходов к энергосбережению, при котором последнее становится не просто лозунгом, а острой необходимостью. Уже сегодня существует необходимость в пересмотре как законодательных, так и нормативно-технических документов.

В целях снижения потерь электроэнергии, как части политики энергосбережения в РК, необходимо внести изменения в ряд положений и нормативов, которые учитывали бы современные аспекты тарифообразования электроэнергии и стоимости потерь электрической мощности. При проектировании ЛЭП-110/220/500кВ не учитывается современное соотношение стоимости электроэнергии к стоимости материала проводов, к стоимости компенсирующих устройств, к стоимости накопителей энергии и др.

Как следствие, возникла необходимость корректировки регламентирующих документов, определяющих: условие выбора проводников по экономической плотности тока, условие «расщепления» проводов фазы, условие выбора класса напряжения при передаче электроэнергии, расчёт нормативного «коэффициента мощности». Существует актуальная потребность в привлечении казахстанских научно-исследовательских кругов к скорейшему решению, приведенных выше, сложных вопросов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Направления совершенствования нормирования потерь электроэнергии в электрических сетях / Воротницкий В. Э., Михайлов В. В. // Энергоэксперт. - 2013. - № 3. - С. 46 - 50.
2. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях. Справочно-методическое пособие // Воротницкий В. Э. - М.: Теплоэнергетика, 2017. - 330 с.
3. Электрические системы и сети: Учебник вузов. //Идельчик В.И. –М.: Энергоиздат, 1989 – 592 с.
4. Методика проведения технической экспертизы расчета технических потерь, расчета нормативных характеристик электрических сетей по потерям (НХПЭ) и нормативов потерь электроэнергии в электрических сетях энергопередающих компаний регионального и местного уровней: разработчик ТОО “Фирма Казэнергоналадка”, МЭИМР Республика Казахстан, 2005 г. - 22 с.
5. Методика определения нормативов потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям. - Зарегистрирована в Минюсте России от 17.09.2014 № 34075.
6. Казахстанская компания по управлению электрическими сетями «KEGOC»: [Электронный ресурс]. URL: <https://bems.kegoc.kz/> (Дата обращения 20.02.2025г.).

УДК 621.472; 697

Голубев М.А. (Школа №30 г. Усть-Каменогорска), Пятков С.В. (Школа-гимназия №10 г. Усть-Каменогорска)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КЛИМАТ-КОНТРОЛЯ ЖИЛОГО ДОМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ И ВЕТРОУЛОВИТЕЛЕЙ

***Аннотация.** В исследовании приводятся результаты численного моделирования интегрированной системы климат контроля жилого дома с использованием солнечной энергии и ветроуловителей. Для выбора оптимальной конструкции проводится сравнение систем с разной геометрией и с использованием различных по теплофизическим свойствам конструкционных и теплоаккумулирующих материалов. При расчетах использовался программный пакет для моделирования течений жидкостей и газов ANSYS FLUENT.*

***Ключевые слова:** Компьютерное моделирование, CAD-модель, ANSYS, солнечные коллекторы, ветроуловители.*

Для удаленных территорий затраты на топливо и его завоз тратится значительная часть бюджета (до 70% завозимых энергоресурсов идет на теплоснабжение жилых, общественных и промышленных зданий). Аварийные отключения энергоснабжения дезорганизуют жизнь регионов и наносят ущерб экономике. Нехватка топлива зачастую ставит под угрозу здоровье и благополучие людей, тогда как в регионах имеются автономные возобновляемые источники энергии (ВИЭ), способные обеспечить на 70-90% их энергетические потребности.

Использование энергетического потенциала ВИЭ можно значительно расширить за счет следующих технических решений: сочетания систем солнечного отопления [1, 2] с системами воздушной вентиляции на базе ветроуловителей [3] интегрированных с эффективными теплообменниками-теплоаккумуляторами. Поэтому разработки энергосберегающих технологий на базе ВИЭ, учитывающих региональные факторы развития является актуальными.

«Интерес к использованию солнечной энергии для данного этапа развития науки и техники вполне закономерен. И, хотя выгода от широкого применения этого источника энергии пока не очевидна, необходимо учитывать, что в наше время динамика экономических процессов находится в определяющей зависимости от темпов накопления научных знаний. Невыгодное может очень быстро стать выгодным. Достаточно долго не было ответа на вопрос – возможно ли практическое использование энергии ядерного распада или нет. Когда стало ясно, что оно возможно, внедрение результатов исследований в практику прошло очень быстро – за каких-то 20 лет. Понятно, что и с солнечной энергией прежде всего нужно разобраться в научной стороне дела. Пока же фундаментальные исследования не развернуты в полной мере. Отсюда следует, что наряду с внедрением имеющихся практических разработок надо заниматься и научной теорией преобразования солнечной энергии». (Из

интервью академика Н. Н. Семенова, лауреата Нобелевской премии по химии, председателя Научного совета по комплексной проблеме "Изыскания новых путей использования солнечной энергии" АН СССР [4]).

Целью исследования является изучение воздушного потока и теплового комфорта помещений в различных сочетаниях солнечных систем с системами ветроуловителей и эффективных теплообменников при помощи вычислительных методов (CFD) на базе программы для моделирования течений жидкостей и газов ANSYS FLUENT [5].

На рисунке 1 показана схема простого солнечного коллектора с естественной циркуляцией [2].

Системы инженерного анализа (CAE — Computer-aided engineering) и Системы автоматизированного проектирования (CAD — Computer-aided design), такие как ANSYS, Geant4, KACKAD, SERPENT, GETERA, WIMS, TRIM, MCU позволяют моделировать различные системы на хорошем уровне. Использование программного обеспечения ANSYS FLUENT в данном исследовании позволяет моделировать теплопередачу внутри коллектора. С помощью этой программы можно провести расчет потоков, проанализировать тепловые потери и оценить распределение температуры в разных условиях эксплуатации. Это позволяет оптимизировать конструкцию коллектора, повышая его тепловую эффективность. Снижение тепловых потерь и улучшение параметров теплопередачи обеспечивают более полное использование солнечной энергии, что в долгосрочной перспективе снижает необходимость в традиционных источниках энергии. Были исследованы материалы с изменяемым фазовым состоянием, сорбционные теплообменники и теплообменники с пластинчато-ребристыми поверхностями и различной формой каналов между ребрами для анализа теплоотдачи.

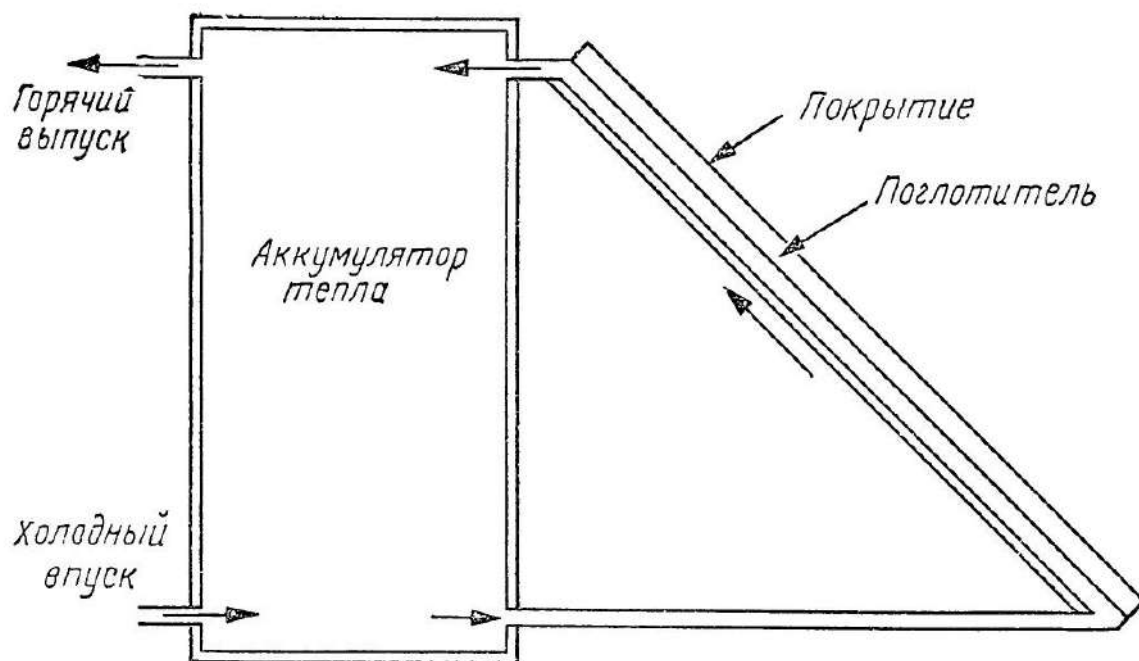


Рисунок 1 - Схематическое изображение простого солнечного коллектора с естественной циркуляцией [2].

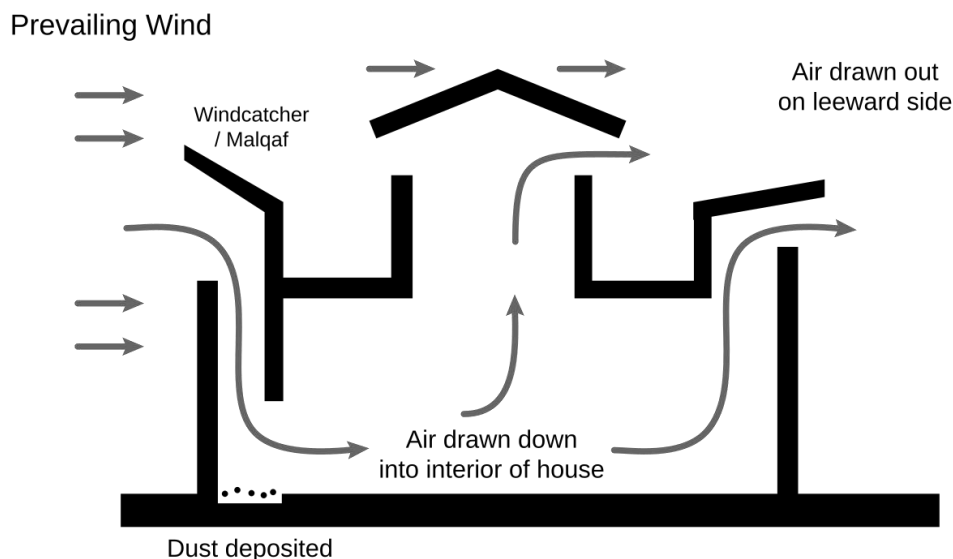


Рисунок 2 - Схематическое изображение ветроуловителя [6].

Было продемонстрировано, что необходимое поле температур может быть создано с помощью поглотителей-преобразователей солнечной энергии с теплообменниками, а необходимое поле давлений внутри зданий – с помощью ветроуловителей и естественной циркуляции.

Было показано, что использование ветроуловителей в южных регионах в жаркое время года может понижать температуру воздуха в зданиях на 10-15 градусов.

В результате работы был разработан дизайн системы климат-контроля жилого дома с учетом тепловых характеристик (таких как коэффициенты отражения, поглощения и теплопроводности) материалов конструкции и теплоаккумулирующего материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / ред. Э. В. Сарнацкий; С. А. Чистович. – Москва : Стройиздат, 1990. – 324 с.
2. Солнечная энергия для человека : пер. с англ. / Б. Д. Бринкворт. – Москва: Мир, 1976. – 282.
3. Hosseini et al, (2016). Evaluation of airflow and thermal comfort in buildings ventilated with wind catchers. *Energy for Sustainable Development*. 35. 7-24.
4. Семенов Н.Н. Избранные труды. Т. 4. - М.: 2006; ISBN 5-02-034529-6
5. Знакомство с САЕ-системой для анализа течений жидкости и газа ANSYS Fluent: электрон. метод. указания к лаб. работам / М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); сост. А.В. Кривцов, Л.С. Шаблий. – Самара, 2013.
6. <https://en.wikipedia.org/wiki/Windcatcher>

УДК 537.24

Ғазизов Ө.Р. (24-МЭЛ-2, ВКТУ), Прохоренкова Н.В. (PhD, ВКТУ)

СТАТИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО В БЫТУ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ:
СОПОСТАВЛЕНИЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. В данной обзорной статье рассматриваются механизмы накопления и распределения статического электричества в бытовых материалах, а также электростатические взаимодействия, возникающие при их использовании. Особое внимание уделяется анализу физических процессов, приводящих к возникновению и сохранению заряда, а также методам его контроля и устранения. Приведены примеры из повседневной жизни, демонстрирующие влияние статического электричества, а также обсуждаются перспективы его применения и минимизации нежелательных эффектов [1].

Ключевые слова: статическое электричество, накопление заряда, электростатическое взаимодействие, бытовые материалы, контроль заряда, методы устранения.

Актуальность. Исследование процессов накопления и распределения статического электричества в бытовых материалах приобретает всё большую актуальность на фоне стремительного развития технологий и их повсеместного проникновения в повседневную жизнь. Статическое электричество является распространённым физическим явлением, оказывающим влияние как на промышленное оборудование, так и на бытовые условия. Накопление заряда на поверхности различных материалов приводит к нежелательным разрядам, которые могут вызывать дискомфорт, повреждать электронные устройства или даже создавать пожароопасные ситуации [2]. С другой стороны, существует ряд полезных приложений, таких как использование электростатических фильтров, нанесение покрытий и сортировка материалов. В данной работе анализируются механизмы накопления и распределения статического заряда в бытовых материалах, а также рассматриваются методы его контроля.

Целью данной работы является изучение механизмов накопления и распределения статического заряда в бытовых материалах, а также разработка методов его контроля и устранения для минимизации негативных последствий в повседневной жизни.

1. Теоретические основы накопления и распределения заряда. Механизм накопления статического электричества основан на эффекте трибоэлектрического заряжения, возникающего при контакте и разделении материалов с различной электронной структурой [3].

Для оценки того, как будут заряжаться материалы при их трении друг о друга их обычно располагают в трибоэлектрический ряд. В этом ряду материалы, стоящие ближе к минусу, будут приобретать отрицательный заряд по отношению к материалу, стоящему ближе к плюсу.

Заметим, что, как правило Кена, так и порядок заряжения согласно трибоэлектрическому ряду соблюдается далеко не всегда. Примером этого

служит так называемое “Трибоэлектрическое кольцо” (рисунок 1). При трении шёлка о стекло последнее заряжается отрицательно. В свою очередь, при трении стекла и металлического цинка тот приобретает отрицательный заряд. Наконец, в паре трения цинк – шёлк отрицательно заряжается шёлк. Но стекло выше шёлка, а шёлк выше цинка в трибоэлектрическом ряду [1].

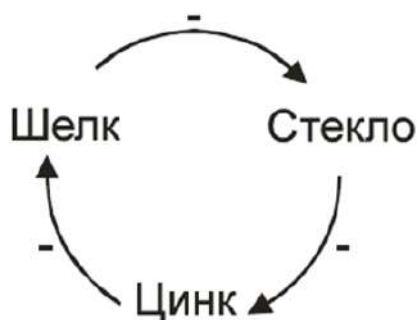


Рисунок 1-Трибоэлектрическое кольцо «Шёлк – стекло - цинк» [1].

Ключевыми факторами, влияющими на процесс заряжения, являются:

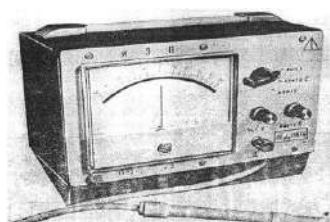
-Электронная структура материалов и их положение в трибоэлектрическом ряду [1].

- Влажность и температура окружающей среды.

- Форма и размер поверхности, контактирующей с другим материалом.

- Скорость и интенсивность трения между материалами.

Измерителями электрических потенциалов служат разные механические и электронные электрометры. В механических электрометрах измеряемый заряд подается на один из двух электродов кулоновское взаимодействие которых фиксируется разными методами. Принцип действия квадрантных электрометров положен в основу электростатических вольтметров. В этих приборах электростатический заряд воздействует на подвижный секторный электрод, который под действием кулоновских сил перемещается. Виды приборов для измерения статического заряда представлен на рисунке 2.



А)



Б)



В)

А) Измеритель электростатических потенциалов ИЭП-1 (общий вид) [5] Б, В) Современные виды приборов: Устройства измерения электростатического поля EMF58, EM03 [9]

Рисунок 2 – Виды приборов для измерения статического заряда

Из известных приборов представляет интерес для взрывопожароопасных производств измеритель электростатических потенциалов ИЭП-1, разработанный НПО “Алтай” (г. Бийск). Прибор малогабаритен, имеет современный дизайн и удовлетворяет всем требованиям по искробезопасности и взрывозащите.

Согласно рисунку 2, Б – Устройство измерения электростатического поля ЕМФ58 - это высокочувствительное портативное устройство для измерения электростатического поля. Конструктивно измеритель выполнен в виде моноблока. Основными функциональными элементами являются: первичный преобразователь, селективный усилитель, детектор и жидко-кристаллический индикатор [10].

Электрометры предназначены для точного измерения электростатического потенциала и заряда. Они имеют высокое входное сопротивление, что позволяет проводить измерения без значительного искажения заряда исследуемого объекта. Современные электрометры часто снабжены цифровыми дисплеями и возможностью регистрации данных.

Современные электрометры часто снабжены цифровыми дисплеями и возможностью регистрации данных.

К примеру такого электрометра можно отнести: Keithley 6517B — высокочувствительный электрометр с возможностью измерения тока, напряжения и заряда.

В научных исследованиях предпочтение отдается высокоточным электрометрам, в промышленности — бесконтактным вольтметрам и зарядовым детекторам, а в повседневном контроле – портативным измерителям заряда [5].

Основные пути распределения и рассеивания заряда включают электропроводность материала, ионизацию воздуха и использование заземления [4]. Электропроводность играет важную роль, так как проводящие материалы быстрее рассеивают накопленный заряд, в отличие от диэлектриков, в которых заряд может сохраняться длительное время.

2. Методы исследования электростатического взаимодействия в бытовых условиях. Для анализа процессов накопления заряда применяются как экспериментальные, так и теоретические методы. Среди них:

- Использование электрометров и электростатических датчиков для измерения потенциала заряженных поверхностей [5].

- Методика визуализации электрических полей с помощью порошковых индикаторов.

- Численное моделирование процессов заряжения и разряда.

- Исследование поверхностного заряда с использованием инфракрасной термографии.

3. Практическое применение и контроль статического электричества. Снижение нежелательных эффектов статического электричества в быту достигается следующими методами:

- Увлажнение воздуха для уменьшения накопления заряда.

- Использование антистатических покрытий и материалов.
- Применение заземления и экранирующих слоёв.
- Использование ионизаторов воздуха для нейтрализации зарядов [6].

4. Примеры электростатических эффектов в быту. Примеры влияния статического электричества в повседневной жизни:

- Электростатическое притяжение пыли к пластиковым поверхностям.
- Разряд при прикосновении к металлическим предметам после хождения по ковру.
- Нарушение работы электронных устройств из-за накопленного заряда.
- Проблемы с запутыванием волос из-за электростатического заряда.

Как статическое электричество применяется в реальной жизни?

Статическое электричество применяется в различных областях техники, таких как электростатическая покраска, создание изображений в копировальных аппаратах и лазерных принтерах, улавливание загрязняющих веществ и других подобных.

Электростатическая покраска

В таких отраслях, как автомобилестроение, бытовая техника и мебель, электростатическая покраска используется для нанесения краски на поверхности. Окрашиваемый объект получает отрицательный заряд, в то время как краска заряжена положительно. Это приводит к тому, что частицы краски притягиваются к объекту, что обеспечивает более равномерный и эффективный процесс нанесения покрытия.

Пример и принцип покраски показан на рисунке 3.

Частицы краски направлены движутся по силовым линиям, которые появляются между распылителем и изделием. При этом материалы подают в распылитель несколькими методами:

1. Пневматическое электростатическое распыление.
2. Гидравлическая подача материала под давлением посредством сопла – безвоздушное распыление.

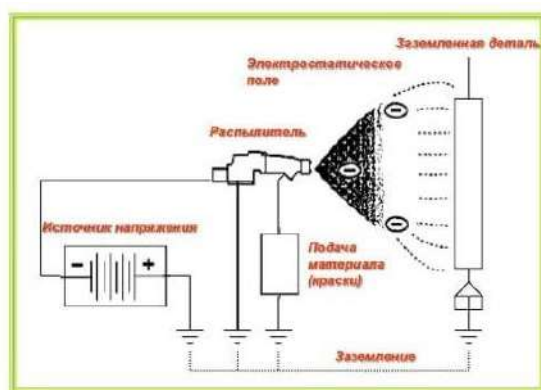


Рисунок 3 – Принцип электростатического покрытия [7].

Защита от статического электричества на производстве

Статическое электричество может вызывать опасные разряды, приводить к пожарам, повреждению электроники и отказам оборудования. Поэтому на производстве применяются следующие методы защиты:

Все металлические конструкции, оборудование и рабочие поверхности должны быть заземлены, чтобы предотвратить накопление заряда.

Применяются антистатические ковры, покрытия, одежда и обувь, которые предотвращают накопление и разряд статического электричества.

Оптимальный уровень влажности (40-60%) снижает вероятность накопления статического заряда в воздухе и на поверхностях.

Ионизаторы используются в зонах с высокой чувствительностью к статическому заряду, например, в производстве микроэлектроники.

Обучение персонала, использование предупредительных знаков и регламентированные процедуры работы с чувствительным оборудованием [8].

Заключение. Статическое электричество представляет собой как проблему, так и ресурс, который можно эффективно использовать. Понимание механизмов его накопления и распространения в бытовых материалах позволяет разрабатывать эффективные методы контроля и минимизации его негативного воздействия. Дальнейшие исследования могут быть направлены на совершенствование антистатических технологий и разработку новых материалов с контролируемыми электростатическими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://miem.hse.ru/data/2012/10/17/1247509401/ЭСР%20Глава%201.pdf>.
2. Статья Что такое статическое электричество? <https://telmark.ru/articles/staticheskoe-elektrichestvo>.
3. Трибоэлектрический эффект – Материал из Википедии. https://ru.wikipedia.org/wiki/Трибоэлектрический_эффект.
4. Статья - Основы электростатического разряда. <https://www.protehnology.ru/news/osnovy-elektrostaticheskogo-razryada>
5. Контроль электризации в технологических процессах А.Г.Овчаренко, С.Л.Раско // Ползуновский Вестник №1-2 2008.
6. Защита от статического электричества дома и на производстве. <https://electricalblog.tech/electrobezopasnost/zaschita-ot-stati4eskogo-electrichestva.php>.
7. Электростатическая покраска: что это такое? Суть метода/Интернет ресурс - <https://lkm.space/blog/elektrostaticheskaya-pokraska>
8. ГОСТ 12.1.018-93. "Электробезопасность. Защита от статического электричества".
9. Приборы для измерения статического электричества / Интернет ресурс - <https://www.yuman.ru/katalog/elektrostatika-i-esd/izmerenie-staticheskogo-zaryada/>
10. Интернет ресурс - <https://www.ktopoverit.ru/prof/opisanie/20042-00.pdf>

УДК 658.26

Данилов А. А. (25-МЭЛ-23, ВКТУ), Акаев А. М. (PhD, ВКТУ)

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В НАСОСНЫХ УСТАНОВКАХ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы оптимизации энергопотребления насосных установок с использованием частотных преобразователей. Актуальность исследования обусловлена растущими требованиями к энергоэффективности в рамках современных экологических и экономических реалий. В работе представлены результаты эксперимента, показывающие, как применение частотных преобразователей позволяет значительно уменьшить потребление электроэнергии, а также снизить износ оборудования и эксплуатационные расходы. Описан конкретный случай внедрения данной технологии. Статья акцентирует внимание на необходимости комплексного подхода к решению вопросов энергоэффективности.

Ключевые слова: энергоэффективность, частотно-регулируемый привод, насосная установка, энергопотребление.

Оптимизация энергопотребления становится все более актуальной задачей в условиях современного мира, где устойчивое развитие и снижение воздействия на окружающую среду приобретают первостепенное значение. Согласование энергетических ресурсов и снижение потребления энергии становятся приоритетными задачами в различных отраслях, включая водоснабжение, отопление и промышленность. Одним из ключевых компонентов многих промышленных и эксплуатационных процессов являются насосные установки, которые в значительной степени влияют на общий уровень энергозатрат. В этой связи использование современных технологий, таких как частотные преобразователи, открывает новые горизонты для повышения эффективности работы насосных систем [3].

Частотные преобразователи позволяют гибко управлять скоростью вращения насосов, что дает возможность точно подстраивать производительность под требуемые параметры и значительно снижать энергопотребление. Независимо от специфики применения — будь то водоснабжение, системы отопления или промышленные процессы — внедрение частотных преобразователей способствует не только экономии ресурсов, но и продлению срока службы оборудования.

Данная статья посвящена исследованию методов оптимизации энергопотребления в насосных установках с использованием частотных преобразователей. Благодаря системному подходу к управлению насосами, возможно достижение значительных результатов в области повышения эффективности энергетических затрат и минимизации воздействия на окружающую среду.

Частотные преобразователи — это устройства, которые изменяют частоту и напряжение, подаваемое на электродвигатель. Основным принципом их работы

заключается в преобразовании переменного тока из сети в постоянный, а затем обратно в переменный с заданной частотой. Выпрямитель преобразует переменный ток промышленной частоты в постоянный, а инвертор наоборот. Выходные тиристоры (GTO) или транзисторы (IGBT), открываясь и закрываясь при помощи электронного управления, формируют необходимое напряжение, аналогичное трехфазному [2]. Возможность менять частоту напряжения позволяет изменять отдаваемую в нагрузку мощность не дискретно (как при механической регулировке), а непрерывно. Регулируя частоту тока, можно изменять скорость вращения двигателя, а следовательно, и производительность насоса. Это позволяет избежать лишних затрат энергии, когда потребность в жидкости снижается. Схема управления частотно-регулируемым приводом показана на рисунке 1.

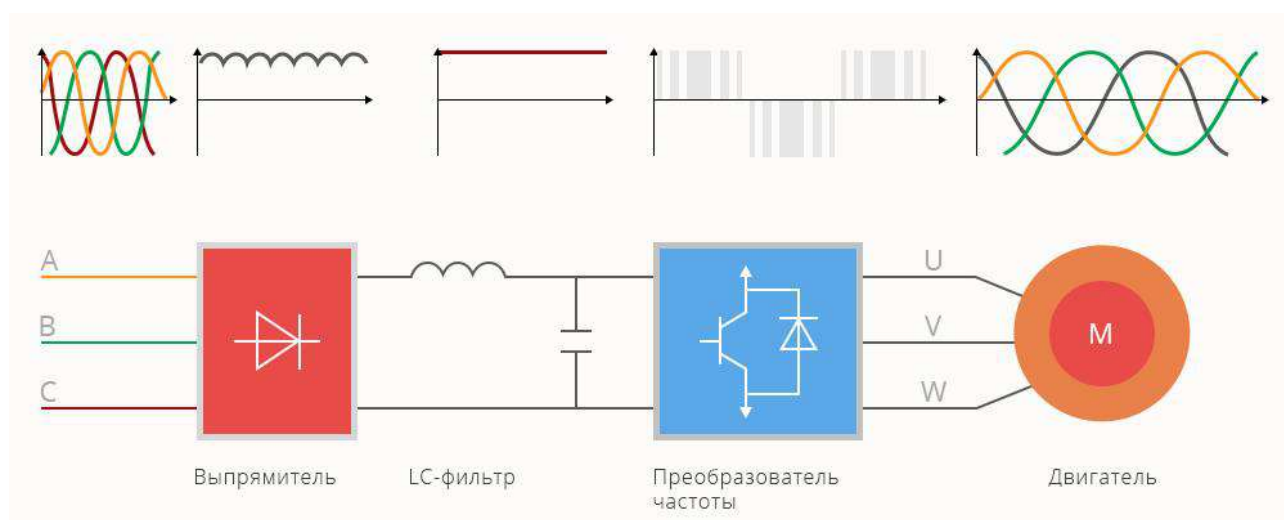


Рисунок 1 – схема управления частотно-регулируемым приводом

Преимущества использования частотных преобразователей [1]:

- Экономия энергии. Одним из основных преимуществ ЧП является значительное снижение энергозатрат. В большинстве случаев экономия электроэнергии может достигать 30-50%.
- Увеличение срока службы электрооборудования. Плавный пуск и остановка насоса снижают механические нагрузки на оборудование, что приводит к снижению износа и увеличению его срока службы.
- Адаптация к изменяющимся условиям. Частотные преобразователи позволяют автоматически регулировать производительность системы в зависимости от текущих условий, что особенно важно в случае изменения давления или потребления жидкости.
- Улучшение контроля. Современные ЧП оснащены системами управления, которые позволяют отслеживать параметры работы насоса, обеспечивая более точный контроль и диагностику в реальном времени.

Также преимуществом частотных преобразователей является каскадное управление насосами. На рисунке 2 показано каскадное управление насосами с ЧП [1].

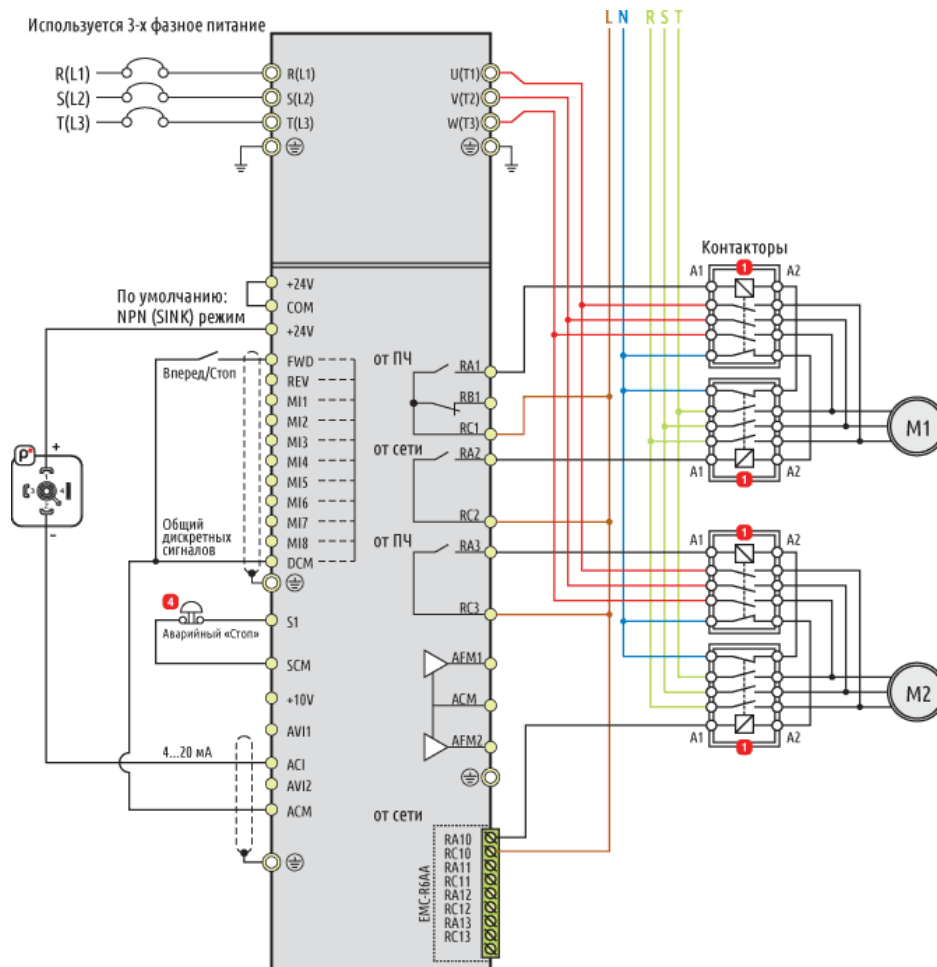


Рисунок 2 – Каскадное управление насосами с ЧП

Самый простой и бюджетный способ – одновременное применение преобразователя частоты и контакторов. В таком случае главной насосной установкой управляют с помощью преобразователя частоты. Когда главному устройству не хватает мощности, к нему в помощь подключают другие насосы, которые включаются через контакторы. При этом осуществляется ступенчатое управление, так как общая мощность вырастает на номинал насоса.

Реализовать такую схему управления можно несколькими способами. Через плату расширения для ПЧ, контроллер с датчиком или с помощью нескольких датчиков давления.

Улучшенным вариантом выступает использование одного преобразователя частоты для поочередного управления насосами. Ведущий насос работает через частотный преобразователь до момента выхода на номинальную мощность. При выходе на номинал, он переключается на прямую работу от сети. ПЧ при этом переключается на следующий насос и повышает его мощность до выхода из номинала или достижения заданного давления.

Если полной мощности второго насоса не хватило, алгоритм повторяется для третьего устройства. И так далее [1].

Для реализации данного алгоритма каскадного управления насосами все коммутации и блокировки выполняются через контакторы. При этом в ЧП необходимо настроить ПИД-регулятор. Управления контакторами осуществляют специальным алгоритмом в ПЧ или сторонним контроллером.

Частотные преобразователи находят широкое применение в различных насосных системах, включая [4]:

- Системы водоснабжения и водоотведения;
- Оборудование для обогрева и охлаждения;
- Промышленные насосы для перекачки жидкостей;
- Системы орошения и дренажа.

На практике существует множество примеров успешного применения частотных преобразователей в насосных установках. Например, в насосной станции доочистки сточных вод в ходе модернизации был установлен частотно регулируемый привод, что позволило снизить годовые затраты на электроэнергию [2].

Потребляемая мощность насоса при частотном регулировании и экономия электрической энергии определяется необходимой мощностью для перекачивания жидких сред и может быть определена по следующим формулам:

$$P_{\text{чрп}} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{3600 \cdot \eta} \quad (1)$$

Где $P_{\text{чрп}}$ – мощность электродвигателя после установки частотно-регулируемого привода, кВт;

ρ – плотность перекачиваемой среды, для воды 1000 кг/м³;

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²;

Q – производительность насоса (определяется по рабочей характеристике конкретной модели насоса для мощности на валу $N_{\text{факт}}$ или по данным, полученным с мнемосхем технологических процессов), м³/ч;

H – минимально необходимый напор (определяется по техническим регламентам либо по результатам опроса обслуживающего персонала), м;

η – приведенный КПД насоса в заданном режиме работы, о.е.

$$N_{\text{факт}} = P_{\text{факт}} \cdot \eta \quad (2)$$

Где $P_{\text{факт}}$ – измеренная мощность, кВт.

$$\Delta P = P_{\text{факт}} - P_{\text{чрп}} \quad (3)$$

Где ΔP – сокращение мощности, кВт.

$$\Delta W_{\text{год}} = \Delta P \cdot T_{\text{ср}} \quad (4)$$

Где $\Delta W_{\text{год}}$ – экономия электрической энергии, кВт·ч;

$T_{\text{ср}}$ – среднее время работы оборудования в год, ч/год.

Результат оценки экономии электрической энергии при внедрении автоматической системы регулирования насосных установок представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оценки экономии электрической энергии

Параметр	Ед. изм.	Значение	
		Н 1	Н 2
Номинальная мощность электродвигателя	кВт	160	160
Фактическая потребляемая мощность	кВт	76	96,5
КПД электродвигателя в фактическом режиме	%	92%	93%
Механическая мощность на валу двигателя	кВт	71	90,7
Коэффициент загрузки по механической мощности (с учетом коэффициента загрузки электродвигателя)	%	66,36%	85%
Производительность насоса	м³/ч	425	640
Расчетная потребляемая мощность с учетом КПД электродвигателя	кВт	33,6	65,9
Сокращение потребляемой мощности	кВт	42,4	30,6
Расчетное годовое время наработки	ч	8 400	8400
Годовая экономия электроэнергии	тыс. кВт·ч	345,0	246,1

Таким образом, экономия электрической энергии после внедрения мероприятия, при условии работы насосов 8 400 часов в год, составит 591,1 тыс. кВт·ч в год.

Оптимизация энергопотребления в насосных установках с помощью частотных преобразователей представляет собой не только экономическое, но и экологическое решение. Сокращение потребления энергии означает уменьшение выбросов парниковых газов и других негативных воздействий на окружающую среду. Внедрение и использование технологий ЧП становится важным шагом на пути к устойчивому развитию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://rusautomation.ru/articles/kaskadnoe-upravlenie-nasosami-s-preobrazovatelem-chastoty/>
2. <https://www.vesper.ru/presscenter/articles/chastotno-reguliruemyy-elektroprivod/>
3. https://hms.ru/reference_materials/articles/483/11012/
4. <https://www.frigodesign.ru/energy-saving-technologies/control-systems/chastotnyk.php>

ӘӨЖ 504.05

Дуйсембаева Г.С.(24-ДТЭ-3, ШҚТУ), Байдильдина А.Т. (PhD, ШҚТУ),
Бутаков Е.Б. (т.ғ.к., НМУ аға қызметкері)

КӨМІРҚЫШҚЫЛ ГАЗЫНЫҢ ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫН АЗАЙТУ САЛАСЫНДАҒЫ ӘЛЕМДІК ҮРДІСТЕРДІ ТАЛДАУ

***Аңдатпа.** Энергия тиімділігін арттыру Қазақстан экономикасының неғұрлым өзекті міндеттерінің бірі және мемлекеттік саясаттың басымдықтарының бірі болып табылады. Сонымен қатар, бүгінде энергия үнемдеу дағдарысқа қарсы негізгі шаралардың бірі болып табылады, ал энергия тиімділігі көптеген инновациялық технологиялар мен материалдардың міндетті сипаттамасы ретінде көрсетілген. Әлем энергетикасының тұрақты дамуының негізгі проблемасы бүгінгі таңда энергияның негізгі бастапқы көзі болып табылатын көмірсутекті отын қорларының сарқылуы болып табылады.*

***Түйін сөздер:** экология, экономика, көмірсутек, энергияны тұтыну, парниктік эффект, көмірқышқыл газы.*

Электр және жылу энергиясының бағасы энергетика объектілерінің сенімділігі мен тиімділігіне байланысты, олардың мөлшері елдің басқа салаларының бәсекеге қабілеттілігін анықтайды. Кәсіби қоғамдастықта экономикалық қол жетімділікті, экологиялық және технологиялық қол жетімділікті қамтамасыз етумен қатар, жақында Қазақстанның 2060 жылға дейінгі энергетикалық стратегиясына "Климаттық немесе көміртегі бейтараптығын" дамытудың тағы бір бағыты ретінде енгізу қажеттілігі талқыланды [1]. Стратегиялық жоспарлау құжаттарында зиянды заттар мен парниктік газдар шығарындыларын азайтудың маңыздылығын күшейту тұрақты даму тұжырымдамасына негізделген саланы басқару моделіне біртіндеп көшу туралы айтуға мүмкіндік береді.

"Тұрақты даму" терминін 1987 жылы қоршаған орта және даму жөніндегі халықаралық комиссия енгізді. Тұрақты деп қазіргі заманның қажеттіліктерін қанағаттандыратын, бірақ болашақ ұрпақтың өз қажеттіліктерін қанағаттандыру қабілетіне нұқсан келтірмейтін даму түсініледі [2,3]. 2015 жылы БҰҰ Бас Ассамблеясы " 2030 жылға дейінгі Тұрақты даму саласындағы күн тәртібі" құжатын бекітті, ол табиғатты пайдалану, Денсаулық сақтау және экономикадан сот төрелігі мен әділеттілік мәселелеріне дейінгі адам қызметінің әртүрлі салаларын қамтитын өзара байланысты мақсаттар мен 169 міндеттердің жиынтығы (1-сурет) болып табылады. Бұл күн тәртібі тұрақты дамудың үш компонентінің: экономикалық, әлеуметтік және экологиялық тепе-теңдігін қамтамасыз ету үшін кешенді және бөлінбейтін сипатта болады.

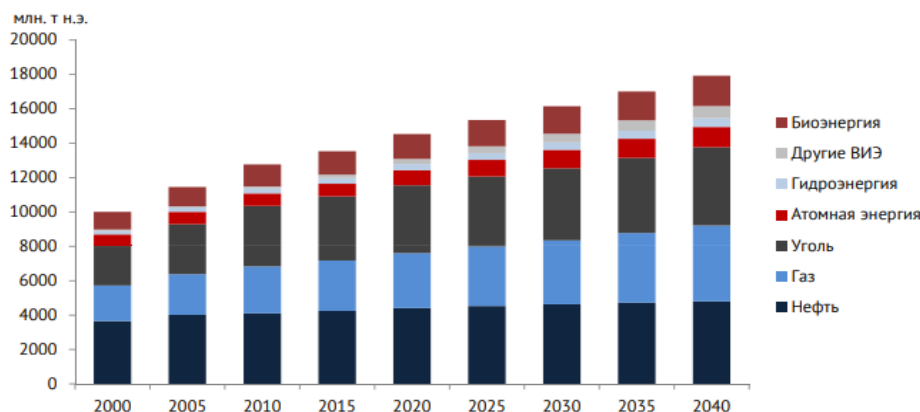


Сурет 1 – Тұрақты даму саласындағы мақсаттар [4]

Алғаш рет «тұрақты даму» концепциясы ұсынылды. «Тұрақты даму» дегеніміз қазіргі уақыттың қажеттілігін қамтамасыз ете отырып, болашақ ұрпақтардың өзінің қажеттіліктерін қамтамасыз етуіне қауіп туғызбайтын даму. Тұрақты даму мақсаттары (ТДМ)-Біріккен Ұлттар Ұйымына мүше мемлекеттер 2030 жылдың соңына дейін қол жеткізуге бағытталған мақсаттарды қамтитын әмбебап әрекетке шақыру.

Энергетика саласының жай-күйі "Барлығы үшін арзан, сенімді, тұрақты және заманауи энергия көздеріне жалпыға бірдей қолжетімділікті қамтамасыз ету" және "Климаттың өзгеруіне және оның салдарына қарсы күрес бойынша шұғыл шаралар қабылдау" мақсаттарын орындаудың табыстылығына тікелей әсер етеді. Энергетикалық тиімділігі жоғары және атмосфераға зиянды заттардың шығарындылары аз электр энергиясын өндіру технологияларын дамыту және тарату осы мақсаттарға қол жеткізудің негізгі жолдарының бірі болып табылады.

Әлем энергетикасының тұрақты дамуының негізгі проблемасы бүгінгі таңда энергияның негізгі бастапқы көзі болып табылатын көмірсутекті отын қорларының сарқылуы болып табылады. Сонымен қатар, халық санының өсуі, елдердің экономикасы мен өнеркәсібінің дамуы энергия тасымалдаушыларға деген қажеттіліктің артуына алып келеді. Энергетикалық зерттеу институтының болжамдарына сәйкес, 2040 жылға қарай бастапқы энергияны әлемдік тұтыну б.з. д 18 млрд тоннаға дейін ұлғаяды, бұл ретте дәстүрлі көмірсутек энергетикасының үлесі 51,4% - ға құрайды. (2-сурет). Мұның салдары болашақ ұрпақ өндірілетін электр энергиясы құнының тұрақты өсу проблемасына тап болады. Отынның үнемі өсіп келе жатқан бағасымен электр энергиясын өндірудің қолданыстағы технологияларын пайдалану электр энергиясының қымбаттауына әкеледі. Электр энергиясының өзіндік құнының өсу қарқынын бәсеңдетуге неғұрлым тиімді генерациялау технологиялары мүмкіндік береді, олардың қолданылуы электр тиімділігінің жоғарылауы есебінен отынның меншікті шығындарының шамасын азайтады немесе энергия шығынындағы жабдықтың құнына тәуелді шығындардың үлесін азайта отырып, энергия қондырғыларының құнын төмендетеді.



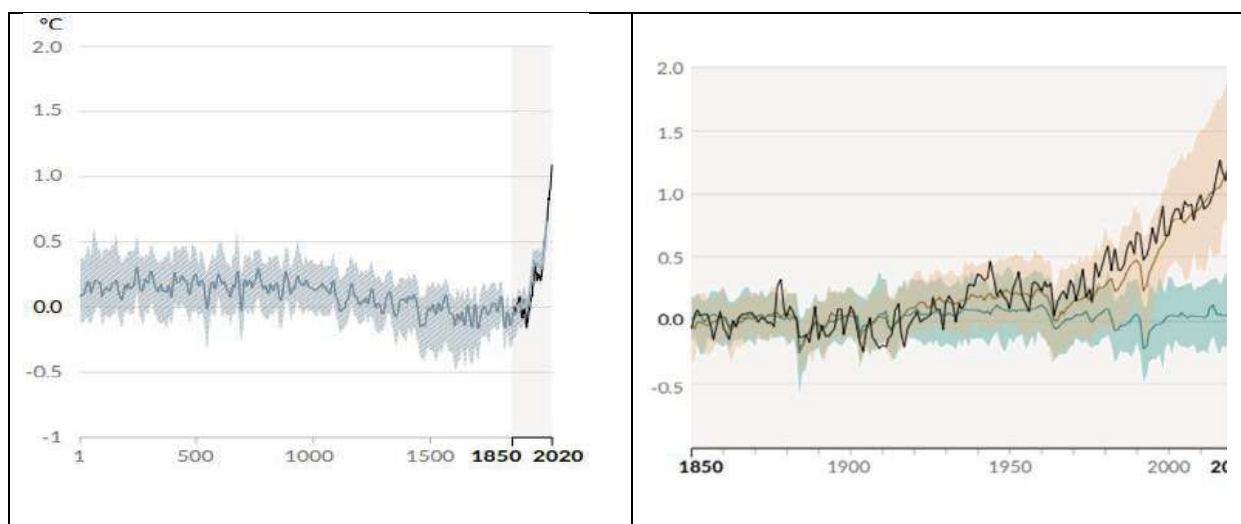
Сурет 2 - отын түрлері бойынша әлемдегі бастапқы энергияны тұтыну құрылымы, базалық сценарий, б. з. д. млн. [5]

Көмірсутек отынын тұтынудың өсуінің кемшілігі зиянды заттар мен парниктік газдар шығарындыларының одан әрі артуы болып табылады, бұл адамзаттың өмір сүру сапасының төмендеуінен басқа, парниктік эффект салдарынан климаттық өзгерістердің жеделдетілу қаупін тудырады, табиғи апаттар санының артуы және "парниктік эффект", мұздықтардың еруі салдарынан жер бетінің қысқаруы.

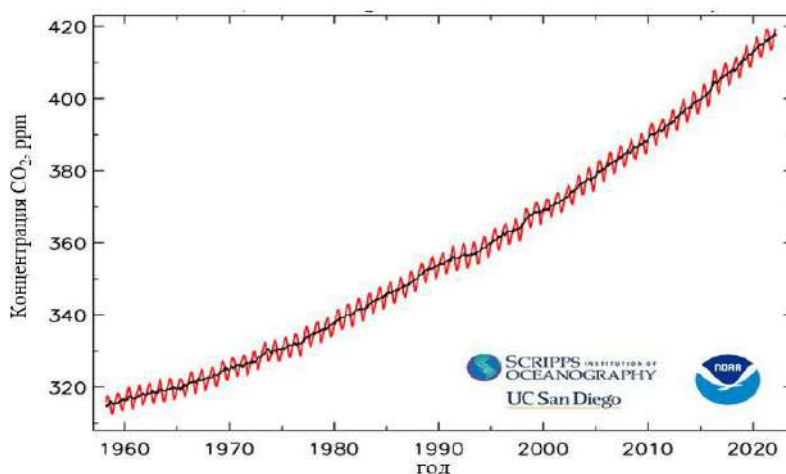
Жаһандық климаттың өзгеруін жеделдету факторы және энергетиканың бұл процеске қосқан үлесі энергетика саласының тұрақты даму тұжырымдамасының негізгі аспектілерінің бірі болып табылады.

Дүниежүзілік метеорологиялық ұйым мен БҰҰ-ның Қоршаған ортаны қорғау бағдарламасы құрған климаттың өзгеруі жөніндегі үкіметаралық топтың (IPCC) баяндамаларына сәйкес, планетаның орташа жылдық жаһандық жер бетіндегі температурасы 2020 жылға қарай 1850-ден 1,2 °C-қа өсті (3 а - сурет). Соңғы 2 мың жылдағы жаһандық температураның өзгеруін ескере отырып, мұндай өсу бұрын-соңды болмаған [6]. Климаттық модельдер адамның қоршаған ортаға әсері болмаған кезде жаһандық жылыну әсері жоқ екенін көрсетеді (3 б - сурет).

XX ғасырдың басынан басталған орташа жылдық температураның өсу қарқынының едәуір жеделдеуі, IPCC сәйкес, антропогендік факторлардан туындайды. Жаһандық жылынудың негізгі себебі, танымал пікірге сәйкес, атмосфераға парниктік газдар шығарындыларының айтарлықтай өсуімен қатар жүретін қоғамның индустриялануы болып саналады. Негізгі парниктік газдар-су буы, көмірқышқыл газы, метан, озон, азот оксидтері және фреондар – аталған газдардың барлығы инфрақызыл толқындардың жоғары сіңіру деңгейіне ие, CO₂ парниктік әсерге айтарлықтай үлес қосады [7]. Бұл атмосферадағы көмірқышқыл газының концентрациясының өсуі, ең алдымен, жаһандық жылыну процесінің жеделдеуімен байланысты: соңғы 60 жылда орташа жылдық концентрация 1,3 еседен астам өсті (4-сурет).



Сурет 3 - Жаһандық орташа жылдық температураның өзгеру кестесі: а) 1-1850 жж (қайта құру); б) 1850-2020 жж (бақылаулар)



Сурет 4 - Атмосферадағы көмірқышқыл газы концентрациясының өсу динамикасы [8]

Бірқатар зерттеушілер өсуді көмірқышқыл газының едәуір бөлігі көмірсутек отынын жағу арқылы атмосфераға шығарылатындығымен түсіндіреді. Бұл ретте жер халқының санының өсуімен және өнеркәсіптің дамуымен энергия тұтыну деңгейі артады, бұл атмосферада CO_2 жинақталуының жеделдеуіне әкеледі.

Жаһандық жылынумен күресу үшін көптеген елдер парниктік газдар шығарындыларының деңгейін реттеу үшін әртүрлі шараларды қабылдауда. Бұл шараларды шартты түрде нарықтық және әкімшілік деп бөлуге болады. Әкімшілік арасында мыналарды атап өтуге болады: Техникалық реттеу, ресурстардың шығынын нормалау (энергия тиімділігі стандарттары, отын тұтыну нормалары және т.б.), ең жақсы қолжетімді технологияларды енгізу, шығарындыларды сандық шектеу (кәсіпорындар үшін шығарындылардың ең жоғары рұқсат етілген деңгейін белгілеу). Нарықтық шаралар экономикалық

ынталандыруды құруға бағытталған: көміртегі салығын, квоталық сауда жүйесін енгізу, шығарындыларды азайтуға субсидиялар, "лас" өнімге салынатын салық.

Парниктік газдар шығарындыларын азайту жөніндегі экономикалық шаралардың ішінде келесі шаралар кеңінен таралды:

1) көміртегі салығы: кәсіпорыннан CO₂ эквивалентінің әрбір шығарылған тоннасы үшін не шекті белгіленген деңгейден жоғары әрбір тонна үшін салық алынады;

2) квоталық сауда жүйесі (СТК, emissions trading system, ETS): мемлекет экономика секторы үшін шығарындылардың жалпы көлеміне шекті деңгейді белгілейді, ал осы сектордың кәсіпорындары өз шығарындыларының әрбір бірлігіне мемлекеттен немесе компаниялардан рұқсат алады немесе сатып алады.

Бұл шаралар нақты "көміртегі бағасын" құра отырып, экономикалық ынталандыру арқылы кәсіпорындардың парниктік газдар шығарындыларын азайтуға бағытталған. Бұл парниктік газдар шығарындыларымен бірге жасалатын тауар құнының өсуіне әкеледі, бұл оны "жасыл" тауарлармен салыстырғанда бәсекеге қабілеттілігін төмендетеді. Осылайша, кәсіпорындар өндірілетін өнімнің бірлігіне шығарындылар көлемін азайтуға ынталандырады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/U2300000121>
2. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию. - М.: Прогресс, 1989. - 371 с.
3. Meadows D. H. et al. The limits to growth //Green planet blues. – Routledge, 2018. – С. 25-29.
4. Цели в области устойчивого развития. ООН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>
5. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года (2013) / Л. М. Григорьев, С. П. Филиппов, Т. А. Митрова [и др.]. – Москва: ООО "Аналитик", 2013. – 108 с.
6. Masson-Delmotte V. P. et al. Ipcc, 2021: Summary for policymakers. in: Climate change 2021: The physical science basis. contribution of working group i to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, – 2021. – 32 с.
7. WMO Greenhouse Gas Bulletin (GHG Bulletin): The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2020. – Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, Atmospheric Environment Research Division, 2021. – 10 с.

ӨОЖ 621.311.243

Жампеисова А.А. (24-МЭЛ-2, ШҚТУ), Байдилдина А.Т. (PhD, ШҚТУ)

КҮН ПАНЕЛІН БАҚЫЛАУДЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, АВТОНОМДЫ ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада күн панелін бақылаудың автоматтандырылған жүйесін қолдану арқылы автономды электрмен жабдықтау жүйесін әзірлеу мәселесі қарастырылады. Күн панелдерінің тиімділігін арттыру үшін басқару алгоритмдері мен жүйе компоненттері талданады. Күннің қозғалысын нақты қадағалау үшін қолданылатын негізгі әдістер сипатталады, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетіледі. Автоматтандырылған бақылау жүйелері энергия тиімділігін арттыруға, экологиялық таза энергия өндіруге және Мақалада Қазақстанның энергетикалық саласындағы жаңартылатын энергия көздерін дамытудың мүмкіндіктері мен перспективалары қарастырылады.

Түйін сөздер: Күн панелі, автоматтандырылған басқару, күн трекері, энергия тиімділігі, микроконтроллер, күннің қозғалысын бақылау.

Қазіргі заманда энергия ресурстарын үнемдеу және экологиялық таза технологияларды қолдану мәселелері өзектілігін жойған жоқ. Жаңартылатын энергия көздері, соның ішінде күн энергиясы, дәстүрлі энергия көздеріне балама ретінде кеңінен қолданыла бастады. Автономды жүйелердің артықшылықтары олардың экологиялық тазалығы, энергия тәуелсіздігі және ұзақ мерзімді экономикалық тиімділігі болып табылады. Сонымен қатар, мұндай жүйелердің сенімділігі мен тиімділігі оларды өнеркәсіптік, ауыл шаруашылығы және тұрмыстық мақсаттарда қолдануға мүмкіндік береді.

Қазақстан сияқты аумағы кең, бірақ энергия ресурстары біркелкі таралмаған елдер үшін автономды электрмен жабдықтау жүйелерінің маңызы зор. Күн энергиясын пайдалану арқылы ауылдық аймақтарда энергияға қолжетімділікті арттыруға болады. Сонымен қатар, бұл технологиялар экологиялық мәселелерді шешуге және көміртек газының шығарындыларын азайтуға мүмкіндік береді. Қазақстанның географиялық жағдайы күн энергиясын тиімді пайдалануға қолайлы, себебі ел аумағының басым бөлігінде күн сәулесінің жылдық түсімі жоғары деңгейде.

Бұл мақаланың мақсаты – автономды электрмен жабдықтау жүйесін әзірлеу және оны автоматты басқару жүйелерімен біріктіру арқылы энергия тиімділігін арттырудың әдістерін зерттеу. Мақалада Қазақстанның энергетикалық саласындағы жаңартылатын энергия көздерін дамытудың мүмкіндіктері мен перспективалары қарастырылады. Автономды жүйелерді енгізу арқылы еліміздің энергия балансын тұрақтандыруға және энергетикалық қауіпсіздікті нығайтуға үлес қосуға болады.

1. Автономды электрмен жабдықтау жүйесінің құрылымы

Автономды электрмен жабдықтау жүйесі күн панельдері, аккумуляторлар, инверторлар және басқару жүйелерінен тұрады. Күн

панельдері күн сәулесін электр энергиясына түрлендіреді, ал аккумуляторлар жинақталған энергияны сақтайды. Инверторлар тұрақты токты айнымалы токқа айналдырады, бұл тұрмыстық және өндірістік құрылғыларды электрмен қамтамасыз ету үшін қажет. Автоматты басқару жүйесі күн панельдерінің бағытын күннің орналасуына қарай өзгерту арқылы энергия жинаудың тиімділігін арттырады. Бұл технология энергия өндіру көлемін 20-30%-ға дейін арттыруға мүмкіндік береді, себебі күн сәулесінің түсу бұрышы оңтайлы деңгейде сақталады [3].

Күн панельдерінің қуаты және саны жүйенің жалпы өнімділігін анықтайды. Мысалы, 300 Вт қуаты бар күн панелі бір сағат ішінде 300 Вт энергия өндіре алады. Егер осындай 10 панель орнатылса, олар күндізгі 5-6 сағатта 15 000-18 000 Вт·сағ (15-18 кВт·сағ) энергия өндіре алады. Бұл электр энергиясы тұрмыстық қажеттіліктерді қамтамасыз ету үшін жеткілікті болуы мүмкін. Аккумуляторлар жинақталған энергияны түнде немесе бұлтты ауа райында пайдалануға мүмкіндік береді. Олардың сыйымдылығы жүйенің үздіксіз жұмыс істеуіне әсер етеді. Инверторлар айнымалы токтың тұрақтылығын қамтамасыз етіп, электр желісіне тұрақты кернеу береді [3].

2. Автоматты басқару жүйесінің ерекшеліктері

Автоматты басқару жүйесі күн панельдерінің бағытын күннің орналасуына қарай өзгертуге мүмкіндік береді. Бұл жүйелер микроконтроллерлер мен сенсорлардың көмегімен жұмыс істейді. Аржанов К.В. зерттеуінде көрсетілгендей, шаговый қозғалтқыштарды қолдану арқылы күн панельдерінің бағытын дәл басқаруға болады [5]. Бұл әдіс энергия жинаудың тиімділігін 20-30%-ға арттырады. Автоматты басқару жүйелері күн радиациясын оңтайлы пайдаланып, энергия шығынын азайтуға көмектеседі.

Автоматты басқару жүйесінің негізгі құрамдас бөліктері:

Микроконтроллерлер (мысалы, Arduino немесе Raspberry Pi) – жүйенің орталық басқару блогы ретінде қызмет етеді:

Сурет-1-де көрсетілген Arduino Uno микроконтроллері күн панельдерінің тиімділігін арттыру үшін автоматты басқару жүйелерінде кеңінен қолданылады. Күн сәулесінің бағытын бақылап, панельдерді оңтайлы бұрышқа орналастыру арқылы энергия өндіру көлемін 20-30%-ға дейін арттыруға мүмкіндік береді. Arduino Uno-ның басты артықшылықтарының бірі – оны күн панельдерінің бағытын реттеуге оңай бағдарламалауға болатындығы. Бағдарлама қарапайым C/C++ кодымен жазылады және Arduino IDE арқылы жүктеледі. Сонымен қатар, бұл жүйені қосымша сенсорлармен және интернетке қосу арқылы толықтай "ақылды" етуге болады.

Сенсорлар (күн сәулесін бақылау үшін) – жарық қарқындылығын өлшеп, деректерді микроконтроллерге жібереді;

Сурет 2-де көрсетілген G7 Wireless Sensor System құрылғысы көрсетілген. Бұл сымсыз сенсор жүйесі температура мен ылғалдылықты бақылау үшін қолданылады. Мысалы, жоғары температура кезінде жүйе панельдерді суыту механизмдерін іске қосу үшін басқару блогына сигнал бере алады. Бұл жүйе

ауыл шаруашылығында, өндірісте, қоймаларда және күн панельдерін басқаруда кеңінен қолданылады.



Сурет 1-Arduino Uno микроконтроллері

Жетектер және бұрылыс қондырғылары (күн панельдерінің бағытын өзгерту үшін) – панельдерді қажетті бұрышқа бұруды жүзеге асырады.



Сурет 2- G7 Wireless Sensor System құрылғысы

Сурет 3-те күн панелін автоматты түрде бағыттауға арналған механикалық құрылғы көрсетілген. Құрылғыда күннің қозғалысын бақылап, панельдердің тиімді бұрышта орналасуын қамтамасыз ететін қозғалтқышты жетек орнатылған. Қозғалтқышты жетек күннің орналасуын сенсорлар арқылы анықтап, панельдерді сол бағытқа бұрады.

Бұл жүйелер күннің орналасуын автоматты түрде бақылап, панельдерді ең тиімді бұрышқа бұрады. Мысалы, күндізгі уақытта панельдер күннің шығысына, ал кешке қарай батысына бұрылады. Кейбір жүйелер екі осьті бақылау механизмін пайдаланады, бұл панельдердің тік және көлденең бағытта қозғалуына мүмкіндік береді [4].



Сурет 3- күн панелін автоматты түрде бағыттауға арналған механикалық құрылғы

Мұндай жүйелер әсіресе тұрақты күн сәулесі түсетін аймақтарда тиімді жұмыс істейді және жаңартылатын энергия көздерінің өнімділігін арттырады.

3. Экологиялық және экономикалық тиімділік

Күн энергиясын пайдалану экологиялық тұрғыдан таза және ресурстарды үнемдейтін технология болып табылады. Волшаник В.В. зерттеуінде көрсетілгендей, жаңартылатын энергия көздерінің қолданылуы экологиялық мәселелерді шешуге ықпал етеді [1]. Күн панельдері көмір немесе газ сияқты дәстүрлі энергия көздерімен салыстырғанда парниктік газдар шығарындыларын азайтады, бұл қоршаған ортаға оң әсерін тигізеді. Сонымен қатар, күн энергиясын пайдалану арқылы атмосфераға шығарылатын зиянды заттардың мөлшерін төмендетуге болады [8]. Бұл әсіресе ірі қалалар мен өнеркәсіптік аймақтар үшін маңызды, өйткені ауаның ластану деңгейін төмендету арқылы халықтың денсаулығын жақсартуға мүмкіндік туады.

Экономикалық тұрғыдан алғанда, автономды электрмен жабдықтау жүйелерінің бастапқы құны жоғары болуы мүмкін, бірақ олардың ұзақ мерзімді пайдасы айтарлықтай. Мысалы, күн панельдерінің қызмет ету мерзімі 25 жылға дейін жетеді, ал аккумуляторлардың қызмет ету мерзімі 5-10 жылды құрайды. Бұл ұзақ мерзімді перспективада электр энергиясына жұмсалатын шығындарды айтарлықтай азайтады. Сонымен қатар, көптеген елдерде жаңартылатын энергия көздерін енгізуге мемлекет тарапынан қолдау көрсетіледі, бұл инвестицияларды қайтару мерзімін қысқартады [7]. Энергия тиімділігі мен үнемділігі тұрғысынан алғанда, автономды жүйелер электр энергиясына тәуелділікті азайтып, электр қуатын тұрақты бағамен пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе шалғайдағы елді мекендер үшін маңызды, өйткені оларды орталықтандырылған электр желілеріне қосу қымбатқа түседі [2].

4. Қазақстандағы жаңартылатын энергия көздерінің даму перспективалары

Қазақстанда күн энергиясын пайдаланудың үлкен әлеуеті бар. Еліміздің климаттық ерекшеліктері күн энергиясын жинаудың тиімділігін арттырады. Қазақстан Республикасының Энергетикалық стратегиясында көрсетілгендей, 2035 жылға қарай жаңартылатын энергия көздерінің үлесін арттыру мақсаты қойылған [6].

Қазақстанның оңтүстік аймақтарында күн энергиясын пайдаланудың тиімділігі ерекше жоғары. Мысалы, Алматы, Жамбыл және Түркістан облыстарында күн сәулесінің орташа ұзақтығы жылына 2200-3000 сағатты құрайды [7]. Бұл көрсеткіш күн энергиясын жинаудың тиімділігін айтарлықтай арттырады. Сонымен қатар, Қазақстанда күн энергетикасы саласындағы жобаларды жүзеге асыру үшін мемлекет тарапынан қаржылай және заңнамалық қолдау шаралары қарастырылған. 2020 жылдан бастап «Жасыл экономика» тұжырымдамасы аясында жаңартылатын энергия көздерін дамытуға инвестициялар тартылып, жаңа технологиялар енгізілуде.

Қорытынды

Автономды жүйелерді қолдану арқылы ауылдық аймақтарда энергияға қолжетімділікті арттыруға болады. Сонымен қатар, бұл технологиялар экологиялық мәселелерді шешуге және көміртек газдың шығарындыларын азайтуға мүмкіндік береді. Болашақта күн энергиясын пайдаланудың тиімділігін арттыру үшін автоматты басқару жүйелерін одан әрі жетілдіру қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Волшаник, В.В. Экологические основы использования возобновляющихся источников энергии / В.В. Волшаник, А.Г. Пешнин, У. Хаманджода, Г.Н. Щенникова // Вестник МГСУ. -2010, № (4-2). – С. 108-119.
2. Попель, О.С. Возобновляемые источники энергии: роль и место в современной и перспективной энергетике/ О.С. Попель // Российский химический журнал. - 2008, №52 (6). -С. 95-106.
3. Бирюлин, В.И. Автоматизированная система управления небольшой солнечной электростанцией / В.И. Бирюлин, Д.В. Куделин // AUDITORIUM. - 2017.-№3(15). -С.113-118.
4. Тебиев, С.А. Система управления положением солнечной батареи / С.А. Тебиев, Н.В. Макиев// Новая наука: опыт, традиции, инновации. -2015. - №4-2. -С.169-171.
5. Аржанов, К. В. Автоматизированная система непрерывно-дискретного слежения за Солнцем автономных фотоэлектрических энергоустановок с использованием шаговых двигателей: специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Аржанов Кирилл Владимирович; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. – Томск, 2016. 23с.
6. Қазақстан Республикасының Энергетикалық стратегиясы (2035 жылға дейін). – Астана, 2019. – 120 б.
7. Жаңартылатын энергия көздері: теория және практика / Құраст. А.Қ. Қалиев, Б.Т. Жұмағалиев. – Алматы: Қазақ университеті, 2020. – 256 б.
8. Күн энергиясын пайдаланудың экологиялық аспектілері / Монография. – Құраст. Г.М. Садықова. – Нұр-Сұлтан: Фолиант, 2021. – 180 б.

УДК 621.311.24

Заманбеков К.З. (24-МЭЛ-2, ВКТУ), Акаев А.М. (PhD, ВКТУ)

ЭНЕРГИЯ ВЕТРА НА ГОРИЗОНТЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ

***Аннотация.** Данная статья посвящена исследованию потенциала ветра. Подробно анализируется актуальность использования ветровой энергетики как перспективной альтернативы ископаемым источникам энергии. Рассматриваются возможности для внедрения автономных источников питания в различных регионах Казахстана. Представлено комплексное исследование возможностей использования сил природного ветра для производства электроэнергии. Полученные результаты свидетельствуют о значительном потенциале ветровой энергетики для устойчивого развития энергетического сектора.*

***Ключевые слова:** Ветровая энергия, возобновляемая энергетика, ветровой ресурс, ветрогенератор, потенциал ветра, энергетическая стратегия*

Ветровая энергия является одной из наиболее перспективных областей возобновляемой энергетики. В последние годы исследования в этой области значительно активизировались, что связано с растущими потребностями в экологически чистых источниках энергии и снижением зависимости от ископаемых топлив. Кампус Простор, как и многие другие объекты, представляет собой идеальное место для внедрения и исследования ветровой энергии.

В данной работе рассмотрена степень изученности потенциала ветровой энергии в Казахстане, опираясь на современные научные публикации и исследования.

В Казахстане сейчас происходит много интересного с ВИЭ (ветряными и солнечными электростанциями). Страна активно развивает возобновляемую энергетику, и ветряные электростанции играют важную роль в этом процессе. Казахстан традиционно ориентирован на использование углеводородных ресурсов, однако в последние годы страна активно стремится к диверсификации своей энергетической структуры и увеличению доли возобновляемых источников энергии. В последние годы было построено несколько крупных ветряных электростанций, таких как Актобе и Шымкент, которые значительно увеличили производство электроэнергии из возобновляемых источников. Согласно Энергетической стратегии Казахстана до 2050 года[1], страна поставила перед собой амбициозные цели по увеличению доли ВИЭ в общем энергобалансе. Планируется, что к 2030 году доля ВИЭ в энергетическом балансе Казахстана составит 50%, включая солнечные, ветровые, гидро и биомассовые установки. Казахстан стремительно наращивает свою установленную мощность в области ветроэнергетики. На конец 2023 года совокупная мощность ветроэнергетических установок в стране составила несколько сотен мегаватт.

Германия обладает высокоразвитыми технологиями в области ветровой, солнечной и биогазовой энергетики, которые Казахстан активно изучает и внедряет в свою энергетическую систему. Одним из значимых направлений является строительство ветровых и солнечных электростанций в Казахстане с использованием немецких технологий. В частности, немецкие компании, такие как Siemens Gamesa и RWE, активно участвуют в проектировании и строительстве ветровых и солнечных энергетических объектов в Казахстане.

Например, в 2020 году Германия поставила в Казахстан турбины для крупнейшего ветропарка в стране, расположенного в Жамбылской области[2]. Этот проект стал важным этапом в развитии ветроэнергетики и продолжением успешного сотрудничества между двумя странами.

Карта ветров на территории Казахстана (2009 г.)

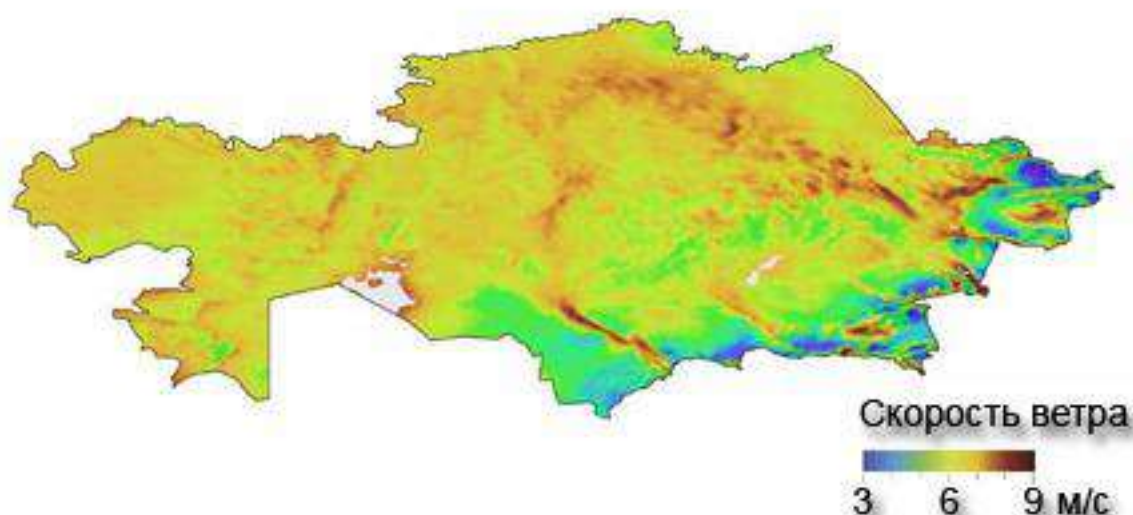


Рисунок 1 – Карта ветров Казахстана [3]

Смотря на карту ветров Казахстана можно сказать что Восточная область имеет большой потенциал для возобновляемых источников энергии, а особенно ветровой энергии. В Восточном Казахстане активно развивается сектор ветряной энергетики, что связано с высоким потенциалом региона для использования ветра в качестве источника энергии. Восточно-Казахстанская область обладает выгодными природными условиями, такими как высокие ветровые ресурсы, особенно в степных и горных районах. Это создает условия для эффективной эксплуатации ветряных турбин и строительства ветряных электростанций. Регион Восточного Казахстана отличается благоприятным климатом для ветряной энергетики, особенно в таких районах, как Курчумский, Зайсанский и Катон-Карагайский районы. Среднегодовая скорость ветра в этих областях составляет 4-6 м/с, что соответствует оптимальным условиям для работы ветряных турбин. Сильные ветры и стабильные погодные условия создают потенциал для разработки больших ветряных ферм.

Среди наиболее благоприятных зон для использования ветровой энергии выделяются Джунгарские ворота, Шелекский коридор и горные территории юго-востока Казахстана, где наблюдаются стабильные и сильные ветровые потоки. Кроме того, в центральных и западных регионах страны также имеются обширные участки с высоким ветровым потенциалом, подходящие для создания крупных ветроэнергетических парков. Казахстан располагает десятками тысяч квадратных километров земель, пригодных для размещения ветроэнергетических комплексов. Это делает его одним из наиболее перспективных рынков для развития ветроэнергетики в Центральной Азии.

На территории Казахстана уже работают как горизонтально-осевые, так и вертикально-осевые ветрогенераторы. Ветроэнергетические установки нового поколения оснащаются системами для хранения энергии, что позволяет стабилизировать её подачу и минимизировать влияние изменчивости ветра. Кроме того, создаются гибридные системы, которые объединяют возможности ветроэнергетики и солнечных панелей для увеличения энергетической независимости. Для регионов с низкой скоростью ветров признаны наиболее эффективными роторные ветрогенераторы с вертикальной осью вращения. Такие устройства начинают генерировать электричество при ветре всего 1 м/с. В условиях континентального климата, где скорость ветра чаще всего варьируется от 3 до 12 м/с, роторные установки показывают значительно более высокую эффективность [4].

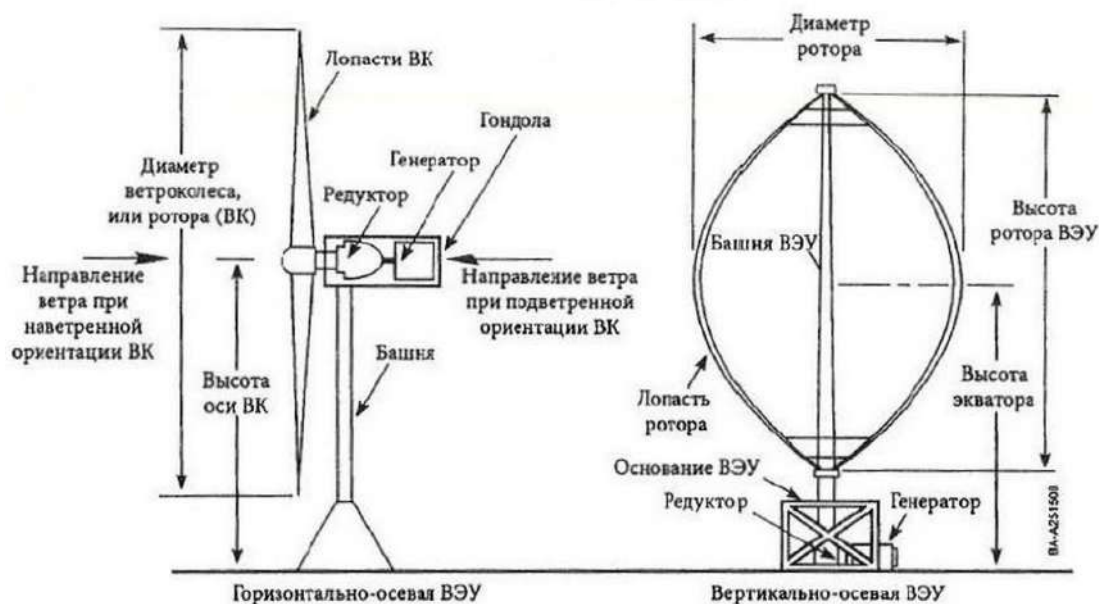


Рисунок 2 – Горизонтально-осевая и вертикально осевая ВЭУ[4]

Резюмируя вышесказанное приведем сравнительную таблицу где были выбраны пригодные участки для строительства ВЭС на основе имеющихся метеорологических данных[4].

Таблица 1 – Потенциально пригодные участки строительства ВЭС(на основе CarNet, н.д. и Антонов, 2014)[5]

Участок	Мощность, МВт
Джунгарская ВЭС	40
Шелекская ВЭС	140
Сарыозекская ВЭС	140
Алакольская ВЭС	140
Каройская ВЭС	20
Шенгельдинская ВЭС	20
Курдайская ВЭС	20

Для точной оценки ветра на потенциальных участках требуются специализированные метеорологические исследования с использованием метеомачт высотой 30-80 метров в течение как минимум одного года. Собранные данные будут применены для расчёта годовой генерации электроэнергии ветроэнергетическими установками.

Таким образом исследование потенциала ветровой энергии является весьма актуальной в современных условиях, когда вопрос устойчивого развития и энергоэффективности становится более значимым. Перспективы развития ветроэнергетики нашей страны обусловлены высоким потенциалом ветра, Введение альтернативных источников энергии, таких как ветровая играет ключевую роль в снижении зависимости от ископаемых видов топлива. Ветровая энергия является чистым и возобновляемым источником, которая способствует уменьшению выбросов углекислого газа и других вредных веществ в атмосферу. Это особенно важно в современных условиях глобального изменения климата и усиления требований к экологическим стандартам. Также использование ветровой энергии позволяет снизить зависимость от внешних поставок энергоресурсов. Ветровая энергия может быть очень выгодной альтернативой традиционным источником энергии. Большинство территорий нашей страны обладает среднегодовой скоростью ветра менее 6м/с. Для жителей отдаленных районов стоит вопрос обеспечения электрической энергией в связи с повышенной стоимостью транзита традиционного вида энергии, а также эксплуатации воздушных линий электропередачи. В связи с этим внедрение результатов научных исследований по исследованию потенциала энергии ветра, позволяющие обеспечить эффективное преобразование энергии ветра в электрическую энергию при низких среднегодовых скоростях ветра, что делает актуальным исследование потенциала ветровой энергии[5].

Метеомачта в кампусе «Простор» является важным элементом инфраструктуры, направленным на сбор данных о климатических и метеорологических условиях региона. Мачта оснащена специальными анемометрами и датчиками, которые измеряют скорость и направление ветра на различных высотах. Эти данные необходимы для оценки потенциала ветряной энергетики в регионе и могут быть использованы для проектирования ветряных электростанций. Информация, собранная с метеомачты, будет использоваться ВКТУ и другими научными организациями для исследований в области климатологии, экологии и возобновляемых источников энергии. Ветер — один из самых перспективных возобновляемых источников энергии в Казахстане. Данные с метеомачты помогут оценить эффективность использования ветра для производства электроэнергии, что может быть основой для строительства ветряных электростанций в Восточном Казахстане. Данные, полученные с метеомачты, используют студенты и исследователи ВКТУ в рамках научных исследований, что способствует развитию новых технологий и образовательных программ в области устойчивой энергетики и экологии. Мониторинг климатических условий также способствует пониманию воздействия климатических изменений на регион и помогает в разработке устойчивых и экологических решений для энергоснабжения. Метеомачта в кампусе «Простор» играет важную роль в развитии научных и образовательных инициатив в области экологии, климатологии и возобновляемых источников энергии. Она является ключевым инструментом для сбора данных, необходимых для исследований в области ветряной энергетики и помогает создавать условия для устойчивого развития региона.[6]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства, Послание Президента Республики Казахстан – Лидера Нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана, г. Астана, 14.12.2012 г.
2. Проект ветровой электростанции в Жамбылской области. Siemens Gamesa/Интернет ресурс - <https://www.siemensgamesa.com>
3. Интернет ресурс - <https://samal-energy.kz/>
4. Интернет ресурс - <https://genport.ru/article/princip-raboty-vetrogenerator-s-vertikalnoy-osyu-vrashcheniya>
5. Зеленая энергетика Казахстана в 21 веке: мифы, реальность и перспективы [Олег Борисович Антонов] (pdf) - <https://coollib.net/b/264704-oleg-borisovich-antonov-zelenaya-energetika-kazahstana-v-21-veke-mifyi-realnost-i-perspektivy/read>
6. Интернет ресурс - https://www.ektu.kz/departments/fnoz/about_dep/campusprostor.aspx?lang=ru

УДК 5.53.536

Иванов В.В. (24-МТЭ-2з, ВКТУ), Байдилдина А.Т. (PhD, ВКТУ)

ВЫНЕСЕННЫЕ СИСТЕМЫ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОТ ОКСИДОВ СЕРЫ И АЗОТА

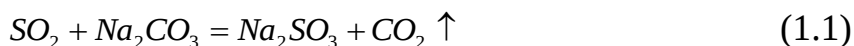
Аннотация. Рост экономики тесно связан с возрастанием использования в производствах различных видов топлива. При этом в настоящее время твердое органическое топливо рассматривается в качестве основного природного источника на длительную перспективу. Это обстоятельство потребует широкого внедрения малотоксичных методов сжигания и использования установок для очистки дымовых газов от оксида азота и диоксида серы. Применяемые сегодня технологические методы подавления образования вредных ингредиентов при горении твердого топлива, имеют невысокую эффективность. Более эффективными являются вынесенные системы глубокой очистки дымовых газов, обеспечивающие степень очистки 98-99 %.

Ключевые слова: Пылеугольные котлы, сероочистка, золоуловитель, дымовые газы, селективный каталитический метод, аммиак.

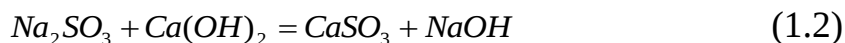
В технике пылеугольных котлов находят применение мокрые золоуловители. Они рассчитаны на улавливание летучей золы и связывание оксидов серы в них обычно не более 10% SO₂. Время пребывания в них газов невелико, так что для эффективного улавливания SO₂ нужны весьма активные реагенты и увеличение расхода жидкости. Разработанные отечественными производителями, а также фирмой Бабкок-Вилькокс установки мокрой сероочистки позволяют повысить эффективность удаления оксидов серы из дымовых газов более чем до 90%.

В скруббере мокрой сероочистки используется лотковая система, обеспечивающая одновременно контакт газа с жидкостью и распределение потока газов. В скруббере в потоке дымовых газов разбрызгивается смесь сорбента и воды. Контакт дымовых газов с частицами сорбента в суспензии приводит к связыванию SO₂. При сероочистке протекают следующие основные химические реакции:

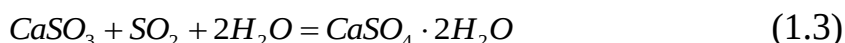
в мокром золоуловителе:



в конвертере:



в окислителе:



Дымовые газы промывают в скруббере раствором соды, после чего пульпу собирают в конвертере, куда вводят суспензию извести. В результате конверсии образуется сульфат кальция, который затем окисляется до двухводного гипса. Образующаяся в результате суспензия подвергается дальнейшей переработке. Наиболее важным улучшением этой технологии является использование гидроциклонов для предварительного обезвоживания

суспензии и замыкания цикла с целью уменьшения потребления воды. При этом необходимо использование усиливающих добавок, обеспечивающих повышение степени улавливания SO_2 до 98% и более [1].

Применением селективного каталитического восстановления оксидов азота достигается степень очистки 98-99%, что на данный момент является наиболее эффективным. Этот метод широко применяется в таких странах как Германия, США, Япония.

Наибольшее распространение метод СКВ получил в Японии. В 1980-1986 годах были выпущены в работу 20 установок на крупных пылеугольных энергоблоках. Кроме того, к концу 1985 года в Японии работало еще около 200 небольших установок по каталитической очистке NO_x на котлах общей мощностью 30ГВт [2].

Над освоением селективного каталитического метода в ФРГ работала фирма Steinmuller. К началу 1986 она имела 8 заказов на сооружение установок СКВ для твердотопливных котлов общей мощностью 1300 МВт. Четыре установки выпущены в 1986-1987 годах. Одна из них работает на энергоблоке 700 МВт в городе Heilbronn [2].

В СССР метод селективного каталитического восстановления оксидов азота был впервые внедрен в металлургической промышленности для очистки дымовых газов за котлом производительностью 20т/ч, в котором сжигался коксовый газ. Эффективность очистки дымовых газов от NO_x достигала 95% [3].

Таким образом, технологические методы подавления образования вредных выбросов в совокупности с системой очистки дымовых газов обеспечивают более глубокое их удаление. Метод мокрой очистки с использованием известняка или гашеной извести позволяет с высокой степенью эффективности извлечь диоксид серы из уходящих газов. Наиболее эффективным методом удаления оксида азота является селективное каталитическое восстановление аммиаком.

Методы «мокрой» известняковой очистки газов от диоксида серы и селективного каталитического восстановления оксидов азота аммиаком реализуются в схемах, разработанных фирмой «Мицубиси». Это схемы с низкотемпературным и высокотемпературным пылеуловителем. В качестве пылеуловителя используется электрофильтр, который обладает высокой степенью очистки от золовых частиц.

Особенность схемы с низкотемпературным пылеуловителем заключается в том, что дымовые газы после экономайзера поступают на очистку в реактор СКВ, а затем в подогреватель воздуха и пылеуловитель. Не содержащие золовых частиц газы направляются на установку «мокрой» известняковой очистки, где из них удаляется диоксид серы. Удаление оксида азота осуществляется из сильнозапыленных газов, которые забивают катализатор. Содержащийся в газах диоксид серы оказывает отравляющее воздействие на катализатор, снижая его активность.

Устранение недостатка, связанного с забиванием катализатора золовыми частицами, реализуется в схеме с высокотемпературным пылеуловителем. Предварительно очищенные от твердых частиц дымовые газы направляются в реактор СКВ, а затем в подогреватель воздуха. После извлечения диоксида серы дымовые газы поступают в атмосферу. Реализация этой схемы не устраняет недостаток, связанный со снижением активности катализатора содержащимся в газах диоксидом серы.

Извлечение SO_2 из газов может осуществляться различными способами, но наиболее эффективным является «мокрый» известковый метод очистки, масштабное внедрение которого объясняется рядом преимуществ, отличающим его от других вариантов очистки газов. Это хорошо отработанная временем технология и низкая стоимость используемого известняка. В сухом методе удаления SO_2 также используется известняк. Эффективность этого процесса достигается за счет поддержания заданного уровня температур и времени контакта, что не достигается при форсировании работы котла. Также происходит шлакование поверхностей нагрева, а самое главное заключается в том, что степень очистки от SO_2 достигает 30-35%. Исключение перечисленных недостатков достигается в электрофизическом методе очистки газов от диоксида серы, который по сравнению с «мокрым» известковым методом потребляет большое количество электроэнергии и озона. Побочным продуктом «мокрого» известкового способа очистки газов является гипс, который после соответствующей обработки используется в строительной промышленности.

Наиболее эффективным и перспективным методом удаления из газов оксида азота является селективное каталитическое восстановление оксида азота аммиаком. Степень улавливания NO достигает 98-99%. При использовании катализатора уровень температур в зоне реакции должен быть на уровне 250-350°C по сравнению с СНКВ, где необходимо поддерживать температуру порядка 950-1100°C. При реализации метода СНКВ необходимо обеспечить полноту перемешивания аммиака, иначе он вступает в реакцию с SO_2 с образованием бисульфата аммония и приводит к шлакованию поверхностей нагрева. Этот недостаток полностью исключается при использовании СКВ с предварительной очисткой от SO_2 . В реакторе СКВ отсутствует проскок аммиака, который в присутствии кислорода окисляется в NO , что характерно для процесса СНКВ. Все эти недостатки полностью исключаются при использовании метода СКВ. Единственным недостатком СКВ является использование дорогостоящего катализатора.

Таким образом, наиболее эффективным и перспективным методом очистки дымовых газов от вредных ингредиентов является селективное каталитическое восстановление NO аммиаком с предварительным извлечением SO_2 мокроизвестковым способом. Работу в этом направлении проводили на Подольском машиностроительном заводе. Результатом работы является схема представленная на рис. 1.

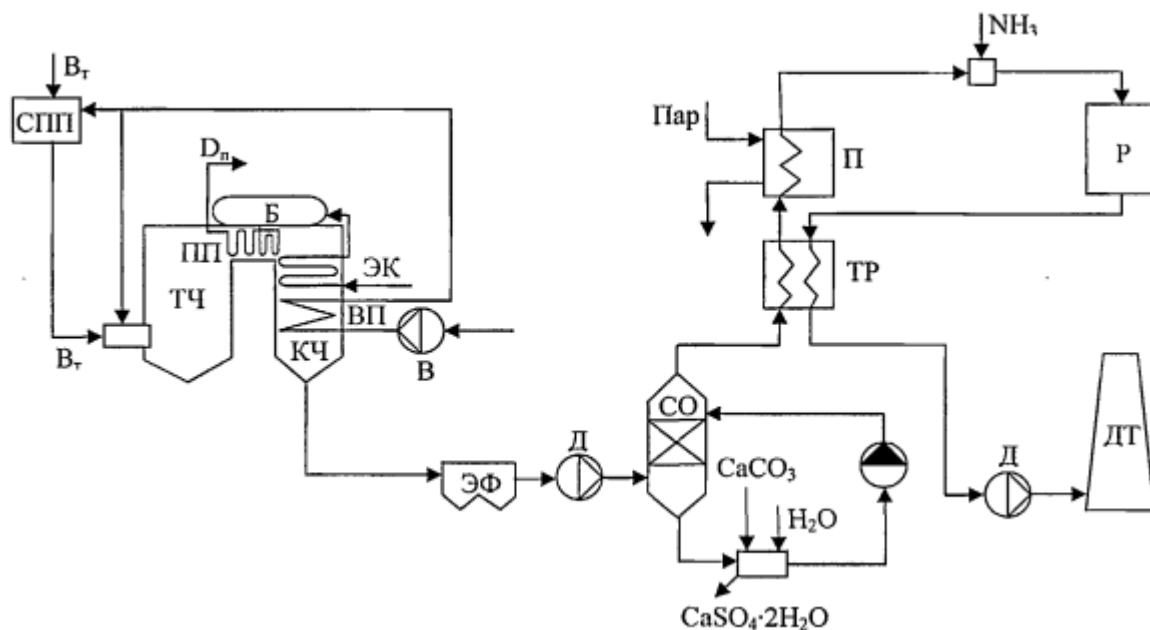


Рисунок 1- Принципиальная схема очистки дымовых газов от SO_2 и NO_x для пылеугольных энергетических котлов

СПП-система пылеприготовления; ТЧ, КЧ-топочная и конвективная части котла; Б-барабан; ПП-пароперегреватель; ЭК-экономайзер; ВП-воздухоподогреватель; ЭФ-электрофильтр; СО-сероочистка; ТР-теплообменник-регенератор тепла; П подогреватель; Р-реактор селективного каталитического восстановления оксида азота; В-вентилятор; Д-дымосос; ДТ-дымовая труба.

Как видно из рис. 1, предварительная очистка газов от золовых частиц и диоксида серы исключает забивание и, соответственно, снижение активности катализатора реактора СКВ. Гипс, получаемый на установке сероочистки, не содержит шлам из золовых частиц.

На Подольском машиностроительном заводе предложены два типа подогревателя - газовый и паровой. В газовом подогревателе дымовые газы смешиваются с продуктами сгорания резервного топлива. В паровом подогревателе рекуперативного типа в качестве греющего теплоносителя используется пар. Есть и другие варианты достижения оптимальной для работы реактора СКВ температуры.

Представленный на рис. 1 вариант вынесенный за пределы котельного агрегата системы глубокой очистки дымовых газов от вредных ингредиентов однозначно является капиталоемким решением.

Вместе с тем в соответствии с [4] затраты на снижение выбросов оксидов азота в зависимости от обеспечиваемой эффективности очистки (15-90%) и выбора соответствующих технологий изменяются от 50 до 1000 долларов за тонну NO_x , что в 30-500 раз больше, чем платежи за выбросы NO_x в пределах ПДВ и в 6-130 раз-в пределах ВСВ. Таким образом, принятая в Казахстане система регулирования выбросов не обеспечивает их сокращение.

Предприятиям выгоднее платить за вредные выбросы, чем внедрять малотоксичные технологии.

Принятая в Казахстане система регулирования выбросов является не эффективной, а предприятия продолжают загрязнять окружающую среду. Необходимо принять за основу, используемую в странах ЕС систему регулирования выбросов, предполагающую директивное внедрение нормативов по выбросам вредных веществ. В этом случае реализация природоохранных мероприятий становится обязательной при вводе в эксплуатацию новых котлов и действующих котлов с остаточным ресурсом более 34000 часов. Для котлов с меньшим ресурсом, возможно, устанавливать более либеральные нормативные требования. При невыполнении этих требований может предусматриваться временное прекращение эксплуатации или снижение нагрузки твердотопливных промышленных энергоустановок до завершения внедрения намеченных мероприятий.

Важным моментом, способствующим активному внедрению технологий глубокой очистки дымовых газов от пылеугольных котлов является обеспечение наилучших с позиций экономики массогабаритных характеристик используемого оборудования и оптимальных рабочих параметров системы. Из анализа имеющихся на данный момент работ, посвященных глубокой очистке дымовых газов от вредных компонентов (NO_x и SO_2), можно сделать вывод, что ни в одной работе не рассматривается комплексная оптимизация рабочих и конструктивных параметров системы очистки дымовых газов и источника. Для котла традиционно определяется оптимальная температура уходящих газов, для реактора СКВ - в лучшем случае массогабаритные характеристики аппарата и температура восстановления оксида азота. То есть определяются условия работы отдельного элемента схемы. Основное внимание уделяется разработке способов и методов, обеспечивающих снижение выбросов до установленных нормативными документами значений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веччи, С. Д. Технология очистки газов на ТЭС, сжигающих уголь / С. Д. Веччи, Д. Д. Воргол, Г. А. Кудлак // Электрические станции. - 1986. - № 3. - С. 10-14.
2. Котлер, В. Р. Снижение выбросов оксидов азота котлами ТЭС при сжигании органического топлива // Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер. «Котельные установки и водоподготовка». - М., 1987. Вып. 7. С. 60-68.
3. Шаприцкий, В. Н. Защита атмосферы в металлургии. - М.: Металлургия, 1984.
4. Тумановский, А. Г. Перспективы развития технологий сжигания топлив на тепловых электростанциях России / Под ред. А. Г. Тумановского и В. Р. Котлера // Развитие технологий подготовки и сжигания топлива на электростанциях - М. : ВТИ, 1996.

УДК 621.3

Капарова А.(23-ЭЛК-1, ШҚТУ), Кунапьянова А.А.(аға оқытушы, ШҚТУ)

SMART GRID ЖҮЙЕСІНДЕ БЛОКЧЕЙНДІ ҚОЛДАНУ

***Аңдатпа.** Бұл жұмыс ақылды электр желілері (Smart Grid) мен блокчейн технологиясының интеграциясы талқыланады. Ақылды желілер энергия өндіру мен тұтынуды тиімді басқаруды қамтамасыз етсе, блокчейн жүйесі деректердің қауіпсіздігін, ашықтығын және автоматтандырылған процестерді қамтамасыз етеді. Power Ledger, P2P энергия саудасы, Brooklyn Microgrid және BloRin сияқты жобалар мысалында блокчейннің энергетика саласындағы қолданылуы қарастырылады. Сонымен қатар, киберқауіпсіздік пен блокчейннің энергетикалық жүйелердегі артықшылықтары мен кемшіліктері талданады.*

***Түйін сөздер:** Smart Grid, блокчейн, Power Ledger, P2P, Brooklyn Microgrid, BloRin, киберқауіпсіздік.*

Smart Grid ("ақылды электр желілері") - бұл ақпараттық және коммуникациялық желілер мен технологияларды пайдалана отырып, энергия өндіру мен тұтыну туралы ақпаратты жинайтын, сондай-ақ электр энергиясын өндіру және тарату тиімділігін, сенімділігін, экономикалық пайдасын, сондай-ақ тұрақтылығын автоматты түрде арттыратын, шынайы уақыт режимінде жұмыс істейтін заманауи электр желілері. [2, Б. 1]

Блокчейн ақылды электр желілерінің дамуына маңызды үлес қосып, орталықсыздандырылған, қауіпсіз және ашық жүйенің дамуын қамтамасыз етеді. Ол деректерді қолдан жасаудан және кибершабуылдардан қорғайды, сондай-ақ смарт-келісімшарттар арқылы процестерді автоматтандырады. Блокчейннің көмегімен пайдаланушылар энергияны тікелей саудалай алады, ал желі тұтынуды тиімді есептеп, жүктемені оңтайландырады. Нәтижесінде, энергия жүйесі тұрақты, сенімді және экономикалық тұрғыдан тиімді бола түседі. [1, Б. 1]

Блокчейнді Smart Grid-ке біріктірудің негізгі бағыттары. Power Ledger (POWR) - бұл энергетикалық ресурстар мен экологиялық тауарлар саудасын жеңілдету үшін блокчейнді қолданатын технологиялық компания. Ол Австралияда орналасқан және сенімді әрі қолжетімді электр энергиясын қолдайды. Power Ledger Ethereum желісінде энергияны тікелей алмасу платформасы ретінде жұмыс істейді. Power Ledger күн энергиясы мен блокчейнді біріктіре отырып, дәстүрлі энергия баламаларынан арзан әрі тұрақты энергетикалық шешімдер ұсынады.

Power Ledger блокчейннің екі деңгейінде жұмыс істейді және екі монетаны пайдаланады: Power Ledger токени (POWR) және Sparks, олар әртүрлі функцияларды ұсынады. Платформа өзі Ethereum ашық блокчейнін және Ecoschain деп аталатын жеке консорциум блокчейнін қолданады. [6, Б. 6]

P2P – энергия саудасы. xGrid – күн энергиясын электр желісі арқылы саудалау жүйесі.

Негізгі мүмкіндіктері:

P2P (тең-теңімен) сауда: Қатысушылар (күн панельдері бар немесе жоқ) бір-бірімен электр энергиясын саудалай алады.

Динамикалық баға: Бағалар сұраныс пен ұсынысқа байланысты реттеледі.

Кәсіпорындар арасындағы энергиямен алмасу: Бір желіге қосылған дүкендер күн энергиясын өзара бөлісе алады, тіпті олардың тек біреуінде ғана күн панельдері болса да.

Блокчейн арқылы бақылау: Барлық транзакциялар блокчейнде тіркеліп, қауіпсіздікті қамтамасыз етеді.

Желінің тұрақтылығын жақсарту: Жүктемені басқару арқылы электр желісінің тұрақтылығын арттырады.

Бұл жүйе тұтынушыларға арзан әрі экологиялық таза энергияға қол жеткізуге, ал өндірушілерге қосымша табыс табуға мүмкіндік береді. [5, Б. 2]

Энергия тұтыну мен өндірісінің ашық есебі. Энергия жеке меншіктегі жаңартылатын энергия көздерінен, мысалы, шатырға орнатылған күн панельдерінен өндіріледі және қолданыстағы энергия тарату инфрақұрылымы арқылы микроторапқа қосылады. Жүйе ішінде өндірілген және тұтынылған энергияны өлшеу үшін LO3-тің TransActive Grid технологиясы қолданылады, ол алынған деректерді сүзгіден өткізіп, сауда платформасына жібереді. Артық өндірілген энергияны жалпы желіге сатудың орнына, энергия өндірушілер мен тұтынушылар арасындағы тікелей мәмілелер делдалдарды алып тастап, қатысушылар үшін бағаны төмендетуге көмектеседі.

Микроторап қатысушылары LO3 әзірлеген Exergy платформасын пайдалана алады, ол блокчейн технологиясы мен смарт-келісімшарттар негізінде тең-теңімен операцияларды жүргізуге мүмкіндік береді. Блокчейнді енгізу процесті қауіпсіз және автоматтандырылған етіп, пайдаланушылар үшін шығындарды азайтады және энергия жеткізушілер мен тасымалдаушы компанияларға деген қажеттілікті жояды. Сонымен қатар, орталықтандырылмаған желілер төтенше жағдайлар, мысалы, табиғи апаттар кезінде анағұрлым тұрақты болады, өйткені энергия шағын географиялық аймақта өндіріледі, сақталады және тұтынылады. [4, Б. 16]

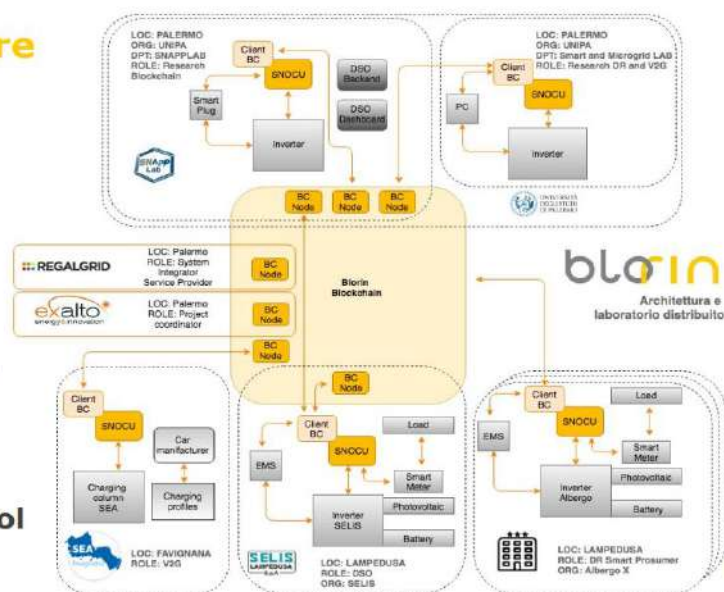
Ақылды келісімшарттар (Smart Contracts) арқылы есеп айырысуды Автоматтандыру.

BloRin жобасы. BloRin (Жаңартылатын энергия көздерін орталықтандырылмаған басқару үшін блокчейнді қолдану) жаңартылатын энергияны тарату және энергия алмасуларын басқару үшін блокчейн негізіндегі технологиялық платформаны құруды мақсат етеді. Бұл платформа күн энергетикасымен қамтылған ақылды қауымдастықтарды құру және таратуға көмектеседі, сондай-ақ өндірушілер мен тұтынушылар арасындағы, яғни "просуимерлердің" өзара әрекеттесуін ынталандырып, электр көліктерін зарядтау инфрақұрылымдарын V2G режимінде басқаруға және электр энергиясын тарату компаниясымен алмасуларды үйлестіруге мүмкіндік береді.

Блокчейн технологиясы процуимерлер арасындағы энергия алмасуларын басқару, оларды біріктіру және теңгерімді қызметтерді көрсету үшін қолданылатын болады.

BLORIN architecture

- Blockchain peers
- MSP
- Channels
- Orderer
- Blockchain clients (SNOCU, EMS, BMS, ...)
- BLORIN API
- Involved actors
- **Monitoring and control functionalities**



Сурет 1 - BloRin жобасы

Қолданыстағы тәжірибе нәтижесі. Винченцо Теннерелло Фавиньянада, аралда тұрады. Ол тек энергия тұтынушы ғана емес, BloRin жүйесінің арқасында энергия өндіруші де болып табылады — бұл пайдаланушылар арасында делдалдарсыз деректерді қорғаумен алмасу жүйесі, криптовалюта тәрізді. [3, Б. 2]

«Мен блокчейннің бір бөлігі боламын, — дейді сицилиялық, — мен фотоэлектрлік панельдерім арқылы өндірген артық энергиямды желіге бере аламын, немесе көршіммен немесе жүйедегі басқа қатысушылармен бөлісе аламын. Мұның бәрінен пайда табатындар — біздер. Біздің санымыз көп болған сайын, үнемдеуіміз де артады».

Жоба авторларының көзқарасы. BloRin — бұл энергияны тұтынуды басқару жүйесі. Ол үйге келетін электр энергиясының көлемін, сондай-ақ желіге қайта жіберілетін электр энергиясының көлемін өлшейді. Барлық осы өлшемдер кейін блокчейн-платформада тіркеліп, сертификатталады, — деп түсіндіреді жобаның жетекшісі Элеонора Рива.

BloRin қосымшасының арқасында пайдаланушылар нақты уақыт режимінде қанша энергия өндірілетінін және желіге қанша энергия қажет екенін біле алады. «Кейде энергия желіден үйге немесе электромобильге емес, керісінше, кері ағыспен берілуі керек.

Бұл өте қысқа уақыт аралықтары туралы, адамдар, әрине, энергияны «қайтаруға» әдеттенбеген. Бұл үшін бізге екі бағытта зарядтайтын модульдер қажет», — дейді Палермо университетінің информатика кафедрасының доценті Пьерлуиджи Галло.[7, Б. 1]



Сурет 2 - BloRin жобасы бюджеті

Киберқауіпсіздік және блокчейн технологиясы.

Киберқауіпсіздік - бұл жүйелер мен желілерді цифрлық шабуылдардан қорғау әрекеті, олардың мақсаты - цифрлық ақпаратқа қол жеткізу, оны өзгерту немесе жою, ақшаны немесе сезімтал деректерді алу.

Блокчейн - бұл транзакцияларды блоктар түрінде тіркейтін ортақ, орталықтандырылмаған және сандық есептік жазба. Бұл есептік жазба ақпаратты өзгерту мүмкіндігі болмағандықтан және оған тек рұқсат етілген мүшелер ғана қол жеткізе алатындықтан, оны ашық түрде сақтауға мүмкіндік береді.[1, Б. 2]

Блокчейнді киберқауіпсіздікте қолданудың артықшылықтары:

Құпиялықты сақтау: Блокчейн желісіндегі қоғамдық кілт криптографиясы пайдаланушылардың құпиялығын сақтауға көмектеседі.

Деректердің ашықтығы мен іздестіру мүмкіндігі: Барлық транзакциялар тарихы сақталады және кез келген уақытта тексерілуі мүмкін.

Қауіпсіз деректерді сақтау және өңдеу: Блокчейннің өзгермейтіндігі мен деректердің кез келген өзгерістерін жазу қасиеттері деректерді қауіпсіз сақтауға көмектеседі.

Бір нүктелі ақаулардың болмауы: Блокчейн жүйелері орталықсыздандырылған, сондықтан бір түйіннің ақауы бүкіл желіге әсер етпейді.[1, Б. 4]

Блокчейнді киберқауіпсіздікте қолданудың кемшіліктері:

Жеке кілттерге тәуелділік және қолдануға икемділік пен масштабтау мәселелері: блокчейндер деректерді шифрлау үшін жеке кілттерге қатты тәуелді, бірақ олар жоғалған жағдайда оларды қалпына келтіру мүмкін емес. Бұл шифрланған деректерге мәңгілікке қол жеткізу мүмкіндігін жоғалтуға әкелуі мүмкін. Блокчейн желілерінің блок көлемі мен секундына транзакциялар саны шектеулі болғандықтан, желінің масштабталуын тексеру өте маңызды.

Жоғары жұмыс істеу құны және сауаттылық: блокчейн жоғары есептеу қуатын және сақтау мүмкіндіктерін талап етеді, бұл оны қолданудың құнын арттырады. Технологиясын үйрену үшін көптеген даму, бағдарламалау тілдері мен құралдар туралы терең білім қажет. Қазіргі уақытта жеткілікті блокчейн әзірлеушілері жоқ[1, Б. 5].

Блокчейннің көптеген артықшылықтары бар болса да, оның кемшіліктерін де ескеру қажет. Масштабтау мәселелері, транзакция құнының жоғары болуы, энергия тұтынудың жоғары болуы, регуляторлық анықсыздық, қауіпсіздік және құпиялылық мәселелері блокчейннің кең таралуына кедергі келтіруі мүмкін. Бұл кемшіліктерді шешу үшін технологиялық және заңнамалық шаралар қабылдау қажет. Блокчейннің кемшіліктерін жою арқылы оның әлеуетін толық пайдалануға және әртүрлі салалардағы тиімділігін арттыруға болады.

Қорытынды: ақылды электр желілері мен блокчейн технологиясы энергия жүйелерінің тиімділігі мен қауіпсіздігін арттырады, сондай-ақ нақты уақытта энергия өндірісі мен тұтынуын бақылап, жүйенің тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Блокчейн деректер қауіпсіздігін қамтамасыз етіп, ашық және орталықсыздандырылған сауда платформаларын жасайды. Бұл технологиялар экономикалық тиімділікті арттырады, алайда блокчейннің масштабталуы мен жоғары жұмыс құны сияқты мәселелер шешуді талап етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Особенности использования технологии блокчейн в кибербезопасности. Авторы: Гафуров, Б. С. Гельдыева, М. А. Базарова, Г. Д. Аннаева, А. Р.
2. A Reliability Perspective of the Smart Grid Khosrow Moslehi, Member, IEEE, and Ranjit Kumar, Senior Member, IEEE
3. A blockchain-based architecture for tracking and remunerating fast frequency response Giuseppe Sciumè, Cosimo Iurlaro, Sergio Bruno, Rossano Musca, Pierluigi Gallo, Gaetano Zizzo, Eleonora Riva Sanseverino, Massimo La Scala
4. Blockchain in the energy sector. An analysis of the Brooklyn case. Alexander Freier. Catholic University of Córdoba (UCC), Argentina.
5. When Energy Trading Meets Blockchain in Electrical Power System: The State of the Art. Naiyu Wang, Xiao Zhou, Xin Lu, Zhitao Guan, Longfei Wu and Xiaojiang Du and Mohsen Guizani
6. From Athens to the Blockchain: Oracles for Digital Democracy. Marta Poblet, Darcy W. E. Allen, Oleksii Konashevych, Aaron M. Lane and Carlos Andres Diaz Valdivia
7. <https://ru.euronews.com/my-europe/2023/07/17/ru-smart-regions-blorin>

УДК 44.31

Капасов А.К. (24-МТЭ-2, ВКТУ), Прохоренкова Н.В. (PhD, ВКТУ)

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЙОННЫХ КОТЕЛЬНЫХ: ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы энергоэффективности районных котельных и перспективные технологии их модернизации. Анализируются источники теплопотерь и методы повышения эффективности, включая экономайзеры, конденсационные котлы, теплоизолированные трубы и автоматизированные системы управления. Особое внимание уделяется когенерации и технологии органического ранкингового цикла (ОРЦ). Модернизация котельных снижает расход топлива, уменьшает выбросы и повышает надёжность энергоснабжения, что важно для специалистов в сфере теплоснабжения и энергетики.

Ключевые слова: энергоэффективность, районные котельные, когенерация, турбогенераторы, органический ранкинговый цикл, экономайзеры.

В статье рассматриваются основные проблемы энергоэффективности районных котельных, основные источники потерь и перспектива внедрение турбогенераторов в районные котельные.

Современные районные котельные играют важную роль в теплоснабжении жилых, промышленных и общественных объектов. Однако, несмотря на достаточно высокий коэффициент полезного действия, который обычно составляет 80–90%, значительная часть выделяемого тепла теряется, что приводит к неоптимальному использованию топлива, увеличению эксплуатационных затрат и росту выбросов вредных веществ в атмосферу [1], [2].

Основными источниками потерь являются:

1. Потери через дымовые газы.

Одним из наиболее значительных источников потерь тепла в районных котельных являются дымовые газы. В процессе сгорания топлива образуются горячие газы, температура которых может достигать 150–250°C перед выбросом в атмосферу. В идеальных условиях большая часть этого тепла могла бы быть утилизирована и направлена на нужды теплоснабжения, однако в большинстве случаев оно теряется безвозвратно. Возможные пути снижения этих потерь включают:

- Установку экономайзеров, которые позволяют использовать тепло уходящих газов для предварительного нагрева воды в системе теплоснабжения.
- Применение конденсационных котлов, способных дополнительно извлекать тепловую энергию из водяного пара в продуктах сгорания.
- Оптимизацию режимов горения, что позволяет снизить температуру уходящих газов без ухудшения качества сжигания топлива.

2. Недостаточное использование конденсационного тепла

Конденсационное тепло, образующееся при сгорании топлива, представляет собой значительный источник дополнительной энергии, который часто остается неиспользованным. Водяной пар, содержащийся в продуктах сгорания, при конденсации выделяет скрытое тепло, которое может быть утилизировано для дополнительного нагрева теплоносителя. Однако в большинстве традиционных районных котельных не предусмотрены специальные устройства для его использования. Внедрение технологий конденсационного теплообмена, таких как:

- Специальные теплообменники и конденсационные установки, (рисунок 1)
- Использование низкотемпературных тепловых сетей, может значительно повысить эффективность котельных и снизить расход топлива.

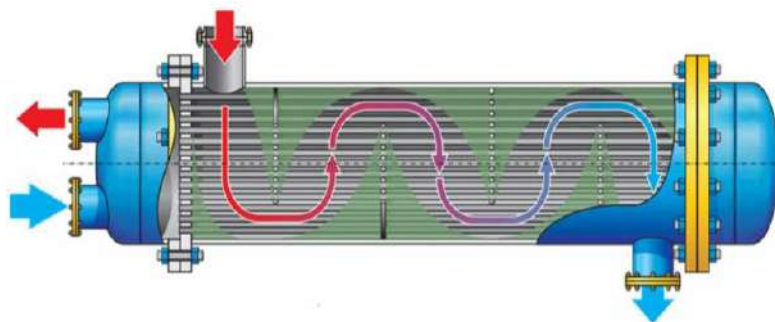


Рисунок 1 - Конденсационный теплообменник [2].

3. Теплопотери в распределительных сетях

Еще одним серьезным источником потерь являются теплопотери в магистральных и внутриквартальных теплосетях. Теплоноситель, передвигаясь по трубопроводам, постепенно остывает, что приводит к снижению температуры подаваемого тепла и дополнительным затратам на его компенсацию. Основные причины потерь:

- Изношенные и некачественно изолированные трубопроводы, через которые происходит утечка тепла (рисунок 2).
- Длительные магистральные сети, увеличивающие время транспортировки и, соответственно, потери тепла.
- Гидравлические несоответствия в системах теплоснабжения, приводящие к неравномерному распределению тепловой энергии.
- Для снижения теплопотерь в распределительных сетях можно применять следующие методы:
- Использование современных теплоизолированных труб, снижающих утечку тепла в окружающую среду.
- Внедрение автоматизированных систем управления, позволяющих регулировать подачу тепла в зависимости от реальных потребностей потребителей.
- Оптимизация схем теплоснабжения, включая переход на распределенные системы с меньшими потерями энергии [3].



Рисунок 2 - Изношенные трубопроводы [4].

Турбогенераторы: принцип работы и преимущества

Современные технологии позволяют значительно повысить энергоэффективность районных котельных за счет внедрения турбогенераторов, которые могут использоваться в различных конфигурациях для комбинированного производства тепла и электроэнергии.

Турбогенераторы (рисунок 3) представляют собой установки, в которых кинетическая энергия пара или горячего газа преобразуется в электрическую энергию. Их внедрение в районные котельные позволяет:

1. Повысить общий КПД системы за счёт эффективного использования избыточного тепла.
2. Снизить потребление электроэнергии за счёт частичной автономной выработки.
3. Уменьшить выбросы парниковых газов, сокращая сжигание дополнительных энергоресурсов.
4. Повысить надёжность энергоснабжения, создавая резервные мощности.

Перспективы внедрения турбогенераторов в районные котельные.

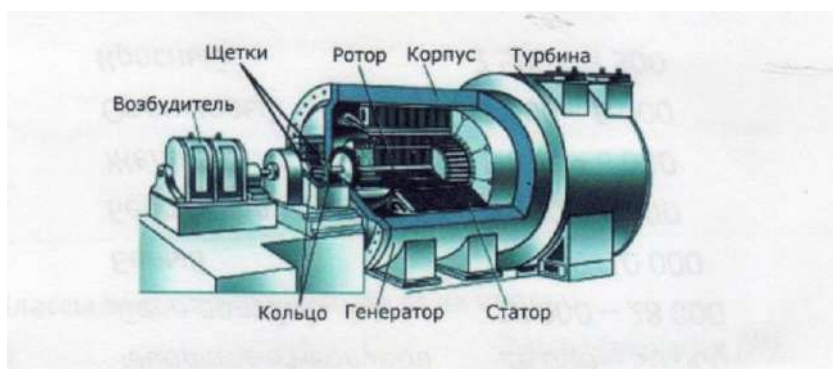


Рисунок – 3 Схема турбогенератора [5].

Внедрение паровых турбин позволяет использовать избыточное давление и температуру пара для производства электроэнергии. Данный подход особенно эффективен для котельных, работающих на угле, газе или биотопливе. Основные преимущества:

- Повышение общей энергоэффективности системы.

- Возможность интеграции в уже существующую инфраструктуру.
- Улучшение экономической эффективности за счет дополнительного производства электроэнергии [6].

Для повышения энергоэффективности районных котельных необходимо внедрение современных технологических решений, направленных на снижение потерь тепла, оптимизацию использования топлива и сокращение выбросов вредных веществ. Одним из ключевых направлений модернизации является комбинированное производство тепла и электроэнергии, включающее использование когенерационных установок, паровых турбин и технологии органического ранкингового цикла (ОРЦ).

1. Организация когенерационных установок.

Когенерационные установки (рисунок 4) представляют собой системы, в которых тепло и электричество вырабатываются одновременно. Это позволяет существенно повысить общий КПД установки и снизить потери энергии. Основные преимущества внедрения когенерации в районные котельные включают:

- Снижение расхода топлива за счет эффективного использования выделяемого тепла.
- Снижение выбросов вредных веществ благодаря более полному сгоранию топлива.
- Возможность частичной автономности котельной за счет выработки собственной электроэнергии [7].

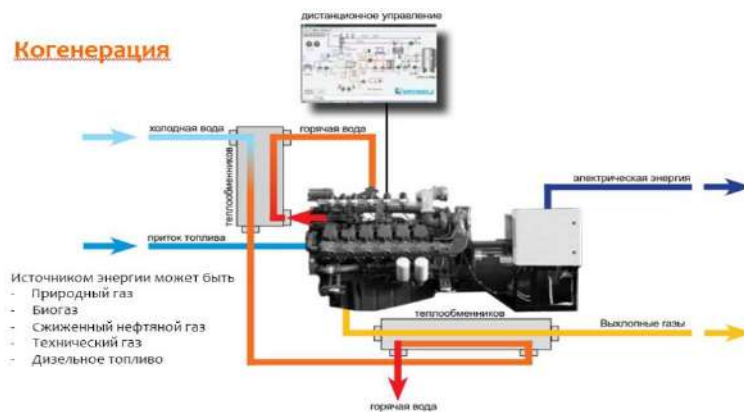


Рисунок – 4 Принцип работы когенерационных установок [8].

Анализируя вышеизложенное, можно отметить, что для повышения энергоэффективности районных котельных в настоящее время и в будущем необходимо реализовать следующие меры:

1. Совершенствование нормативной базы – разработка строгих стандартов эксплуатации районных котельных для повышения эффективности топлива, снижения выбросов и улучшения теплоизоляции сетей.
2. Обязательные энергоаудиты – диагностика котельных, теплообменников и трубопроводов для своевременного выявления и устранения теплопотерь.

3. Цифровизация теплоснабжения – автоматизированные системы управления, цифровые двойники и ИИ-модели для точного регулирования тепловых потоков.

4. Внедрение когенерации и ОРЦ – комбинированное производство тепла и электроэнергии для повышения КПД и снижения нагрузки на энергосистемы.

5. Оптимизация теплосетей – современные теплоизолированные трубы, насосные станции с переменным расходом, интеллектуальное управление гидравликой.

6. Развитие локальной генерации и децентрализованных энергосистем – создание небольших когенерационных модулей и турбогенераторных установок непосредственно в районах потребления, что позволит снизить потери при транспортировке энергии и повысить надёжность теплоснабжения[9].

Реализация данных мер позволит значительно повысить энергоэффективность районных котельных, сократить потери тепла, уменьшить расход топлива и снизить негативное воздействие на окружающую среду,[10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов В.Г., Тихонов А.В. Современные технологии повышения эффективности котельных установок. – Санкт-Петербург: Политехника, 2015. – 228 с.
2. Интернет ресурс <https://clck.ru/3Gxuuk>.
3. Короткова З.В., Пономарева В.В., Зюнева Н.Г. "Использование утилизаторов в котельных малой мощности". Москва: Энергоатомиздат, 1989. 120 с.
4. Интернет ресурс clck.ru/3GxvGo.
5. Интернет ресурс <https://clck.ru/3Gxvc5>.
6. Трухний А. Д., Ломакин В. Н. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки. Часть 1. – Москва: Издательство МЭИ, 2002. – 568 с.
7. Бутузов В. А., Томаров Г. В., Шетов В. Х. Модернизация муниципальных котельных с установкой когенерационного оборудования // Журнал «Сантехника». – 2009. – № 5. – С. 52–59.
8. Интернет ресурс clck.ru/3GxwAJ
9. Карабарин Д.И., Михайленко С.А. Повышение энергоэффективности производства энергии в районах децентрализованной энергетики // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. № 10. С. 81–86.
10. Трошина Н.С., Хороших О.В. Показатели экономичности и эффективности комбинированного производства тепловой и электрической энергии энергетическими установками // Молодой ученый. 2018. № 3 (189). С. 46–48.

УДК 621.18/075.32/

Каримов Е.К., (24-ДТЭ-3п, ВКТУ), Байдилдина А.Т. (PhD, ВКТУ)

КРИТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г.УСТЬ-КАМЕНОГОРСК: СОСТОЯНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ НА БАЗЕ ТОО «УК ТЭЦ»

Аннотация. Статья раскрывает риски экологических бедствий, характерных для г. Усть-Каменогорск, структуру, цели, задачи, проблемы и перспективы развития технологических процессов по снижению загрязняющих веществ в атмосферу на базе ТОО «УК ТЭЦ». Предлагается замена сжатого воздуха от турбовоздуходувки на уходящие газы с котлоагрегатов высокого давления. Тем самым исследовать динамику снижения загрязняющих веществ в атмосферу, в частности окись азота (NOx). Объект исследования: Котлы БКЗ-320-140. Было выявлено, что влияние изменения коэффициента избытка воздуха, путем замены воздуха на уходящие газы в системе Пыль высокой концентрации динамический (ПВКд) существенно влияет на образование оксидов азота.

Ключевые слова: экологическая ситуации, атмосферный воздух, выбросы, загрязняющие вещества, ТОО «УК ТЭЦ», система ПВКд, NOx, снижения выбросов.

Город Усть-Каменогорск— самый крупный город на востоке Казахстана. Расположен в северо-восточной части Казахстана в предгорьях Рудного Алтая при впадении реки Ульбы в Иртыш.

ТОО «УК ТЭЦ» — тепловая электростанция (теплоэлектроцентраль) регионального значения. Расположена в городе Усть-Каменогорск Восточно-Казахстанской области, примыкает к свинцово-цинковому комбинату ТОО «Казцинк». Принадлежит одноимённой компании, которая, в свою очередь, входит в ТОО «Казахстанские коммунальные системы» (ККС). Выработанная станцией электрическая и тепловая энергия покрывает 80 % нагрузки жилищно-коммунального сектора города и промышленных предприятий. ТЭЦ входит в Единую энергосистему Казахстан.

Данная статья рассматривает основные экологические проблемы Усть-Каменогорска, анализирует законодательные меры, направленные на их решение, а также изучает деятельность ТОО «УК ТЭЦ» в контексте борьбы с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу. В заключении будут предложены рекомендации по улучшению экологической ситуации в городе, что является важным шагом на пути к устойчивому развитию региона и сохранению окружающей среды для будущих поколений.

Усть-Каменогорск, расположенный в Восточном Казахстане, сталкивается с множеством экологических проблем. Город Усть-Каменогорск служит ярким примером современного промышленного центра, где географическое положение, наличие различных техногенных предприятий, особенности ландшафта и сезонные климатические изменения способствовали формированию уникальной урбанистической системы. К основным из них относятся загрязнение атмосферного воздуха, водоемов и почвы. Высокий

уровень выбросов вредных веществ в атмосферу, вызванный промышленной деятельностью, особенно со стороны металлургических и энергетических предприятий, химической промышленности, а именно такие гиганты производства как предприятий УК МК ТОО «Казцинк», ТОО «Усть - Каменогорская ТЭЦ», АО УМЗ, АО УК ТМК, автотранспорта, дым от печей из частного сектора приводит к ухудшению качества воздуха. [1]

2 августа 2016 года в штаб-квартире ООН в Нью-Йорке Казахстан подписал Парижское соглашение по климату.

Парижское соглашение – юридически обязательный международный договор, направленный на сокращение выбросов парниковых газов и ограничение повышения глобальной температуры до 2 градусов Цельсия при одновременном поиске средств для еще большего ограничения этого повышения до 1,5 градуса. Он объединяет страны в стремлении достичь общую цель в отношении борьбы с изменением климата и адаптации к нему. Согласно Парижскому соглашению, подписанному в 2016 году, Казахстан взял на себя обязательства по снижению выбросов. В 2024 году структура используемых в стране энергоносителей выглядела так: уголь — 54 процента, нефть — 24 процента, газ — 22 процента. ТОО «УК ТЭЦ» как источник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. [2]

Установленная мощность ТОО «Усть-Каменогорская ТЭЦ» составляет: тепловая – 859,9 Гкал/час, электрическая – 372,5 МВт. Предприятие работает по тепловому графику. Максимальная нагрузка приходится на зимний период. Основным топливом для ТОО «Усть-Каменогорская ТЭЦ» служит уголь ТОО «Каражыра ЛТД» месторождения Каражыра и топочный мазут.

Технические характеристики предприятия:

ТОО «Усть-Каменогорская ТЭЦ» имеет следующее основное оборудование:

- паровые котлы среднего давления типа ЦКТИ 75–39 Ф ст. - 4 шт.- № 7,8,9,10

производительностью по пару 75,0 т/час;

- паровые котлы высокого давления типа БКЗ 320–140 ст. - 4 шт.- № 11,12,13,14 производительностью по пару 320,0 т/час;

- паровой котел высокого давления ТПЕ - 430А ст. - 1 шт.- №15 производительностью по пару 500 т/час.

На станции установлены 8 турбин:

- турбины среднего давления: Р-3,5-29/7 ст. № 4; Р-9-29/1,5 ст. № 6; Р-8-29/7, ст. № 7; Р-25-29/1,5 ст. № 8.

- турбины высокого давления: Р-38-130/34 ст. №9; Т-50-1-130 ст. №10; Т-100-130 ст. № 11; СС120/103-2.75/1.079/0.2/555.

Система водоснабжения предприятия.

Источниками производственного водоснабжения ТОО «Усть-Каменогорская ТЭЦ» являются:

-Ульбинская техническая вода, используется для технологических нужд предприятия.

Водозабор из реки Ульба осуществляется собственным водозабором, разрешение на специальное водопользование в части забора и использования поверхностной воды из р. Ульба

В нормативах согласно проекту ПДВ на 2024 год установлено, что в атмосферный воздух выбрасываются загрязняющие вещества 44 наименований от 58 источников выбросов (в том числе 35 организованных). Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу составляет 17722,278383 т/год, 1078.02831 г/с. [3]

Количество загрязняющих веществ по классам опасности составляет: 3 – первого класса опасности; 13 - второго класса опасности; 12 - третьего класса опасности, 10 – четвертого класса опасности, 9 - не классифицируемые. [4]

Планирование деятельности по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на базе ТОО «УК ТЭЦ»

Для снижения эмиссий в окружающую среду реализованы следующие наилучшие доступные технологии по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на основе передового опыта, применимые для производственной деятельности предприятия:

1. На предприятии установлены пылеугольные котлы с пылевидным методом сжигания угля, что является наиболее эффективным способом сжигания;

2. УКТЭЦ использует низкосольные (13-16%) и низкосернистые угли (0,35-0,45%) казахстанских месторождений (семипалатинского и майкубенского угольных разрезов). По снижению выбросов диоксида серы SO₂

3. Применение технических методов с использованием скруббера позволили также снизить удельные выбросы диоксида серы на 19,6%, в сравнении с периодом до реализации программы

Учитывая, что предприятие использует низкосернистые угли, применяемая технология является наиболее эффективной.

Кроме того, использование оборотной воды системы гидрозолаудаления для улавливания твердых частиц и диоксида серы в установках способствует эффективному и рациональному использованию водных ресурсов в экологических целях;

Другие указанные в Перечне технологии обессеривания не приемлемы для использования по причине высокого риска гипсования очистного оборудования и системы гидрозолаудаления.

В 2014 году ОАО Инженерный Центр энергетики Урала УралОРГРЭС провел исследовательские работы по анализу технологий пылегазоочистки в области энергетики и возможностей их применения на УКТЭЦ. В результате проведенных исследований сделаны следующие выводы, что ограничением выбора технологий газоочистки является стесненная компоновка оборудования, зданий и сооружений как внутри главного корпуса, так и снаружи. Приемлемые для ТОО «Усть-Каменогорская ТЭЦ» технологии сероочистки, конструктивно не вписываются в существующие свободные площади.

По снижению выбросов оксидов азота

4. Для снижения выбросов оксидов азота на Усть – Каменогорской ТЭЦ» используются технологические методы подавления их образования в топках котлов (технологии управления горением) :

- проведена реконструкция на всех котлах БКЗ-320-140 №11,12,13,14 с применением ступенчатого ввода воздуха и топлива (системы нижнего дутья);
- выполнена реконструкция горелочных устройств с применением низкоэмиссионных горелок с целью снижения выбросов оксидов азота при сжигании углей казахстанских месторождений на котлоагрегатах БКЗ 320-140 ст. №11,12,13,14;
- выполнена реконструкция всех котлов с применением технологии сжигания пыли с применением подачи пыли высокой концентрации;

Все эти мероприятия позволяли снизить, удельные выбросы оксидов азота на 30%. Завершено внедрение проекта по снижению выбросов оксидов азота от котлоагрегата ст.№15, это был эксклюзивный проект, разработанный специально для нашего котла, снижение концентрации составило более 20%. В целом, снижение выбросов оксидов азота за 2019 год за счет внедренных ранее наилучших доступных технологий (НДТ) составило 1260 тонн, в том числе, за счет внедрения проекта снижения выбросов на к/а №15 на 389 тонн.

Снижение удельных выбросов оксидов азота после внедрения наилучших доступных технологий НДТ на котлах составило 35%

5. Выполненные мероприятия по управлению горением позволили также снизить удельные выбросы оксида углерода на 90%.

Конструкция и работа системы ПВКд.

Система ПВКд включает в себя: пять воздуходувок; общий коллектор сжатого воздуха Ø 325; быстродействующий ПЗК на подводе воздуха к коллектору котла Ø219; вертикальных пылепроводов от питателей пыли до смесителей; смесителей пыли; пылепроводов от смесителей пыли до горелок котла Ø 89; трубы подвода воздуха Ø 57 от коллектора котла к смесителю через запорный клапан Ду 50 и сопло. Средой, выполняющей транспорт пыли, является воздух от воздуходувок с давлением 0,5 – 0,6 кгс/см².

Всасывающий патрубок Ø 350 мм закрыт сеткой. Всас воздуха - из помещения цеха. На нагнетании установлен обратный клапан и задвижка. Нагнетаемый воздух от воздуходувок после отключающих задвижек объединяется в общий коллектор Ø 327 мм, который имеет противопомпажный электрифицированный клапан Ø 159 мм, со сбросом воздуха на всас ДВ-11 «А».

Общий коллектор воздуха Ø 327 мм соединяет нагнетательные трубопроводы от воздуходувок с распределительными коллекторами котлов. Общий коллектор имеет секционные шиберы – открытые при работе и используемые для кратковременного ремонта соответствующей арматуры на участках коллектора.

На отводе воздуха от общего коллектора к распределительному коллектору котла Ø 273 мм установлен отсечной клапан или ПЗК. Он срабатывает при действии всех защит, идущих на отключение котла и

исключает поступление воздуха в пылепровода. Его нормальное положение при работе котла «открыто», во время останова - «закрыто».

Следующим этапом снижения выбросов оксидов азота предлагается применения уходящих газов с котлов высокого давления в системе ПВКд для транспортировки угольной пыли в топку котлоагрегата. При избыточном воздухе и высокой температуре в топке активно начинает образовываться окиси азота (NO_x). Для снижения избыточного воздуха необходимо изменить технологию подачи угольной пыли в радиационную шахту котла. На данный момент система ПВКд предусматривает обеспечение двух основных технологических требований к транспорту пыли с высокой концентрацией:

- Стабильная подача пыли в топку котла без пульсации.

- Расчетный пропуск пыли и возможность его регулирования.

Эти требования выполнены заданием соответствующих конструктивных размеров системы ПВКд на участке коллектора «сжатый воздух-смеситель» и «пылепитатель - смеситель», отклонение от которых при исполнении недопустимо.

Исследования показали при замене воздуха на уходящие газы понижается количество воздуха в топку, что в свою очередь приведет к снижению окиси азота до 1%. В переводе на г/час это составит примерно 100г/час на каждый котлоагрегат высокого давления, в год это составит порядка 720 т/год. Учесть, что на ТОО «УК ТЭЦ» 5 котлов высокого давления то выбросы NO_x сократится на 4320 т/год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экологический кодекс Республики Казахстан. Кодекс РК от 2 января 2021 года № 212.

2. 2 августа 2016 г. ООН-штаб-квартира в Нью - Йорке Парижское соглашение по климату.

- 3 Экологически кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК.

4. Санитарные правила "Санитарно-эпидемиологические требования к санитарно-защитным зонам объектов, являющихся объектами воздействия на среду обитания и здоровье человека". Приказ и. о. министра здравоохранения Республики Казахстан от 11 января 2022 года № ДСМ-2. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 11 января 2022 года № 26447".

УДК 620.92

Мадиева А.Б. (24-МЭЛ-2, ВКТУ), Ердыбаева Н.К. (д.ф.-м.н., ВКТУ)

ОПТИМИЗАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ: МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация. *Статья посвящена вопросам оптимизации напряжения на линиях электропередач как способа снижения потерь энергии в энергосетях. Рассматриваются современные методы регулирования напряжения, такие как использование автоматических регуляторов напряжения, компенсация реактивной мощности и системы динамического управления напряжением. Описаны передовые технологии и устройства, которые помогают повысить энергоэффективность и стабильность работы электросетей. В статье также рассмотрены перспективы развития технологий для повышения эффективности передачи электроэнергии, что имеет большое значение для устойчивого функционирования энергетических систем.*

Ключевые слова: *оптимизация напряжения, линии электропередач, потери энергии, регуляторы напряжения, компенсация реактивной мощности, энергосистема.*

Постоянный доступ к электроэнергии – это одно из основных условий жизни современного человека, главный фактор производства и в целом функционирования общества. Поддержание стабильного уровня сферы энергетики страны является важным фактором устойчивого развития ее экономики и благоприятных социальных условий жизни ее населения. Важнейшим показателем состояния энергосистемы страны, эффективности работы энергоснабжающих и передающих компаний являются потери электроэнергии в электрических сетях.

Потери в электрических сетях - это разность между переданной электроэнергией от производителя и потребленной электроэнергией потребителем [1].

Потери происходят как в активной, так и в реактивной форме.

Активные потери – это потери, связанные с сопротивлением проводников и других элементов электрической сети, где часть энергии преобразуется в теплоту [2].

Реактивные потери - это потери, связанные с индуктивными и емкостными свойствами элементов сети [2].

Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях – это актуальная и сложная комплексная проблема, которая существует во многих странах, в том числе и нашей.

Одним из видов потерь в электросети являются потери в высоковольтных линиях электропередач. Они связаны с утечками, коронным разрядом и нагревом проводников. Эти потери неизбежны, поэтому очень важно чтобы они не превышали экономически обоснованного уровня.

Потери можно значительно сократить посредством оптимизации напряжения в сети. Важно отметить, что потери энергии на высоковольтных

линиях не только снижают общую эффективность энергосистемы, но и увеличивают эксплуатационные расходы. Поэтому задачи, связанные с оптимизацией напряжения, становятся актуальными и требуют постоянного совершенствования технологий.

Регулирование напряжения является одним из наиболее эффективных методов снижения потерь. Особенно важно оптимизировать напряжение в местах с высокой нагрузкой, где изменение напряжения может существенно повлиять на уровень потерь, как активных, так и реактивных [3].

Существует несколько методов, направленных на оптимизацию напряжения, каждый из которых применим в зависимости от конкретных условий работы электросетей.

1. Метод использования автоматических регуляторов напряжения.

Автоматические регуляторы напряжения (АРН) - это устройства, которые применяются в энергетике для автоматического поддержания заданного уровня напряжения на высоковольтных линиях электропередач [3]. Они являются важным инструментом для оптимизации работы энергосистем и снижения потерь электроэнергии, так как помогают регулировать напряжение, поддерживая его в пределах заданных значений, что способствует улучшению качества электроснабжения и уменьшению потерь энергии.

Основной задачей автоматического регулятора напряжения является поддержание стабильного напряжения на линии электропередач в условиях изменяющихся нагрузок. Напряжение на линии может изменяться из-за колебаний нагрузки, изменения потребления энергии или внешних факторов (например, погоды). В этих случаях возникает необходимость в оперативном регулировании напряжения для поддержания его в пределах нормы.

АРН выполняет эту задачу автоматически, без вмешательства оператора. Он регулирует напряжение с использованием различных технических решений, таких как трансформаторы с регулируемыми обмотками, системы компенсации реактивной мощности, конденсаторные батареи и другие устройства. Внешний вид автоматического регулятора напряжения представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Автоматический регулятор напряжения типа АСНР-1000

2. Метод компенсации реактивной мощности.

Компенсация реактивной мощности — это важный метод оптимизации напряжения в высоковольтных линиях электропередач. Реактивная мощность не выполняет полезную работу, но её наличие в сети может существенно влиять на напряжение, ухудшать качество электроснабжения и увеличивать потери энергии. Компенсация реактивной мощности помогает поддерживать оптимальное напряжение в сети и минимизировать потери [4].

Для компенсации реактивной мощности в энергосистемах используются различные методы, которые можно классифицировать на активные и пассивные системы.

Пассивные методы компенсации реактивной мощности включают устройства, которые подключаются к сети и автоматически компенсируют реактивную мощность без активного вмешательства. К ним относятся конденсаторные батареи.

Конденсаторные батареи (или конденсаторные установки) – генерируют реактивную мощность с целью компенсации индуктивных нагрузок, таких как трансформаторы и электродвигатели. Когда конденсаторы подключаются к системе, они помогают снизить общее количество реактивной мощности и стабилизируют напряжение. Конденсаторные батареи могут быть стационарными или переключаемыми, чтобы соответствовать изменениям в нагрузке. Внешний вид конденсаторной батареи представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Конденсаторная батарея

Активные методы включают более сложные системы, которые динамически регулируют уровень реактивной мощности в зависимости от текущих условий нагрузки. Эти системы обеспечивают более точное и гибкое управление реактивной мощностью. К ним относятся синхронные компенсаторы.

Синхронные компенсаторы – это машины, которые используют синхронные генераторы для компенсации реактивной мощности. Синхронные

компенсаторы могут как генерировать, так и поглощать реактивную мощность, что позволяет быстро и точно регулировать напряжение на линиях. Обычно такие устройства используются в крупных энергосистемах, где требуется гибкость в управлении. Внешний вид традиционного синхронного компенсатора представлен на рисунке 3.

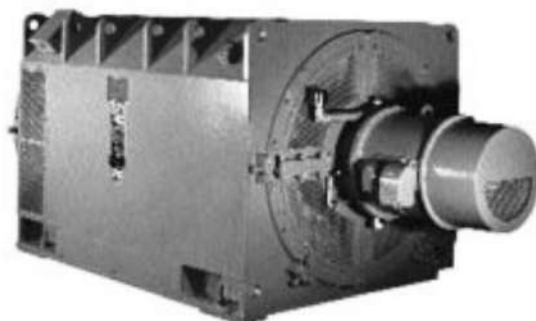


Рисунок 3 – Синхронный компенсатор

3. Метод использования гибких передающих систем (FACTS).

Гибкие передающие системы (Flexible AC Transmission Systems, FACTS) представляют собой технологии, позволяющие регулировать параметры сети в реальном времени. Эти системы обеспечивают динамическое управление мощностью и напряжением, а также позволяют эффективно компенсировать реактивную мощность, что значительно снижает потери на линиях [5].

4. Метод применения суперпроводящих материалов и устройств.

В последние годы активно исследуются возможности применения сверхпроводящих материалов в электросетях для снижения потерь на проводниках. Эти материалы, имеющие нулевое сопротивление при определенных температурах, могут существенно снизить потери как активной, так и реактивной мощности.

Применение сверхпроводящих материалов для оптимизации напряжения на высоковольтных линиях представляет собой очень перспективный и эффективный метод для повышения энергоэффективности, снижения потерь и улучшения качества электроснабжения. Хотя технология пока сталкивается с рядом технических и экономических вызовов, её развитие в будущем обещает значительно изменить энергетическую инфраструктуру и ускорить переход к более устойчивым и высокоэффективным системам.

5. Применение технологических разработок и инноваций в оптимизации напряжения.

На сегодняшний день в сфере управления напряжением на высоковольтных линиях электропередач наблюдается множество инноваций и разработок. Одной из таких технологий является использование интеллектуальных систем для управления энергопотоками и напряжением. Эти системы, на базе искусственного интеллекта, анализируют данные о состоянии

сети и могут в реальном времени принимать решения о корректировке параметров для оптимизации работы.

Современные системы мониторинга и диагностики, включая системы на основе Интернета вещей (IoT), предоставляют точные данные о параметрах сети, что позволяет значительно повысить точность регулирования напряжения и, соответственно, снизить потери энергии [6].

Несмотря на существующие успехи в области оптимизации напряжения, задачи, связанные с минимизацией потерь энергии, продолжают оставаться актуальными. Основные вызовы заключаются в необходимости интеграции новых технологий в существующие энергосистемы, а также в необходимости разработки более эффективных методов регулирования напряжения в условиях изменений нагрузки и внешних факторов.

В перспективе ожидается активное внедрение систем на базе искусственного интеллекта и машинного обучения для более точного предсказания нагрузки и динамического регулирования параметров сети. Это позволит не только снижать потери энергии, но и повышать надежность и устойчивость энергосистем.

Оптимизация напряжения на линиях электропередач является одним из эффективных методов снижения потерь энергии. Современные технологии, такие как автоматические регуляторы напряжения, системы компенсации реактивной мощности и гибкие передающие системы, оказывают значительное влияние на повышение энергоэффективности и надежности работы высоковольтных сетей. Внедрение инновационных технологий и интеллектуальных систем управления энергопотоками открывает новые возможности для дальнейшего снижения потерь энергии и повышения стабильности энергосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях. М.; Энергоатомиздат, 1989г. – 15 с.
2. Иванов, П. С. Регулирование напряжения в высоковольтных линиях электропередач: методы и технологии. Электрические сети, 2020г. - 4(15), С. 102-112.
3. Герасимов, В. И., Смирнов, А. В. Энергетическая эффективность в электросетях: пути оптимизации. М.: Научное издательство, 2019г.
4. Михайлов, Н. В. Использование компенсаторов реактивной мощности для снижения потерь энергии. Технологии в энергетике, 2021г. - 2(8), С. 45-56.
5. Шмидт, Р. В. Гибкие передающие системы (FACTS): решения для повышения эффективности работы сетей. Журнал электросетевых технологий, 2018г. - 7(4), С. 67-74.
6. Савин, И. Ю., & Поляков, В. А. Современные технологии для компенсации реактивной мощности в энергосистемах. Журнал энергетических технологий, 2020г. - 6(10), С. 118-126.

УДК 621.317.785

Масанова А.Н. (24-МЭЛ-2, ВКТУ), Прохоренкова Н.В. (PhD, ВКТУ)

ЭЛЕКТРОСЧЕТЧИКИ И ИХ РАБОТА В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Аннотация. В статье рассматривается влияние нестабильного напряжения и частоты на работу электросчетчиков различных типов. Приводится классификация приборов учета, анализируются их характеристики и устойчивость к отклонениям параметров сети. Также исследуется точность измерений в условиях нестабильности и возможные ошибки.

Ключевые слова: электросчетчики, нестабильное напряжение, частота, точность измерений, учет электроэнергии.

В современных энергосистемах одним из ключевых факторов качества электроснабжения является стабильность напряжения и частоты. Однако, из-за возрастающей доли распределенной генерации, технологических потерь и аварийных режимов в электрических сетях часто наблюдаются колебания этих параметров [1]. Электросчетчики, используемые для учета потребляемой электроэнергии, должны обеспечивать высокую точность измерений даже в условиях нестабильности сети. Различные типы счетчиков по-разному реагируют на отклонения напряжения и частоты, что может приводить к ошибкам в учете. В данной статье рассматривается влияние нестабильных параметров на работу электросчетчиков, их классификация и устойчивость к изменению режимов электроснабжения.

Причины нестабильности напряжения и частоты

Нестабильность напряжения и частоты в распределительных сетях может быть вызвана рядом факторов, включая:

Перегрузки сети – высокая нагрузка на линии приводит к падению напряжения.

Аварийные ситуации – короткие замыкания, отключения оборудования и другие нештатные режимы могут резко менять напряжение и частоту [2].

Плохое качество оборудования – трансформаторы и линии электропередач могут не обеспечивать требуемый уровень стабилизации напряжения [3].

Классификация электросчетчиков и их устойчивость к нестабильным параметрам

Электросчетчики можно разделить на три основные группы:

1. Индукционные (механические) электросчетчики

Это устаревший тип приборов учета, работающий на принципе электромагнитной индукции [4].

Измерительный механизм индукционного однофазного электросчетчика (электроизмерительного прибора индукционного типа) включает два электромагнита, расположенных под углом 90° относительно друг друга. В их магнитном поле размещен легкий алюминиевый диск. Принципиальная схема

работы счетчика представлена на рисунке 1. Для подключения прибора в электрическую цепь его токовая обмотка соединяется последовательно с нагрузкой, а обмотка напряжения – параллельно. При прохождении переменного тока через обмотки в их сердечниках формируются переменные магнитные потоки. Эти потоки, пересекающие алюминиевый диск, вызывают появление вихревых токов. Взаимодействие вихревых токов с магнитными потоками электромагнитов приводит к возникновению вращающего момента, который приводит диск в движение. Диск, в свою очередь, механически связан с счетным механизмом, фиксирующим скорость его вращения, что позволяет учитывать количество потребленной электрической энергии [5].

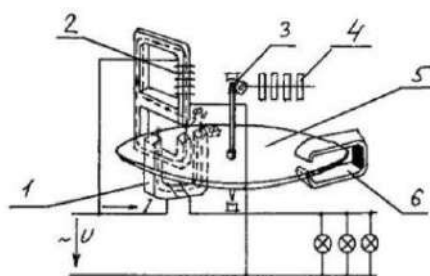


Рисунок 1 - Схема устройства счетчика электрической энергии: 1 - обмотка тока, 2 - обмотка напряжения, 3 - червячный механизм, 4 - счетный механизм, 5 - алюминиевый диск, 6 - магнит для притормаживания диска[5].

Индукционные электросчетчики чувствительны к изменению параметров сети, таких как напряжение и частота, поскольку их работа основана на электромагнитной индукции. Колебания напряжения приводят к изменению магнитного потока в обмотках счетчика, что влияет на скорость вращения алюминиевого диска. При пониженном напряжении уменьшается магнитный поток, что приводит к занижению показаний, тогда как при повышенном – счетчик может завышать учет электроэнергии. Резкие скачки напряжения могут вызывать нестабильную работу, вплоть до остановки или ускоренного вращения диска.

Изменение частоты также сказывается на точности измерений. При увеличении частоты изменяется распределение вихревых токов, что может приводить к дополнительным погрешностям, а при снижении – электромагнитные потоки становятся слабее, что замедляет вращение диска. Внезапные скачки частоты могут вызвать неправильный учет электроэнергии, так как индукционные счетчики не адаптированы к быстрым изменениям характеристик сети. В связи с этим в условиях нестабильного электроснабжения такие приборы могут давать значительные погрешности, что делает их менее надежными по сравнению с современными электронными и интеллектуальными счетчиками.

2. Электронные электросчетчики

Электросчетчики, такие как модели "Меркурий", "Энергомера" и другие, предназначены для учета потребляемой электроэнергии и могут работать в

различных условиях эксплуатации. В зависимости от конструкции они могут быть индукционными или электронными. Индукционные модели, хотя и являются более надежными, менее точны при значительных колебаниях напряжения и частоты. Современные электронные счетчики обеспечивают более точные измерения благодаря цифровой обработке сигналов и встроенным механизмам компенсации и фильтрации помех.

Рисунок 2 демонстрирует схемы подключения однофазного и трехфазного электросчетчиков, которые применяются в бытовых и промышленных условиях. Однофазные счетчики используются в сетях 220 В и подключаются следующим образом: фазный провод (L) подводится к входной клемме счетчика, нулевой провод (N) также соединяется с соответствующей клеммой, а выходные клеммы подключаются к нагрузке. Трехфазные счетчики предназначены для работы в сетях 380 В и требуют подключения трех фазных проводов (L1, L2, L3) к входным клеммам, а также нулевого провода (N). Выходные клеммы соединяются с распределительным щитом, обеспечивая питание потребителей [6].

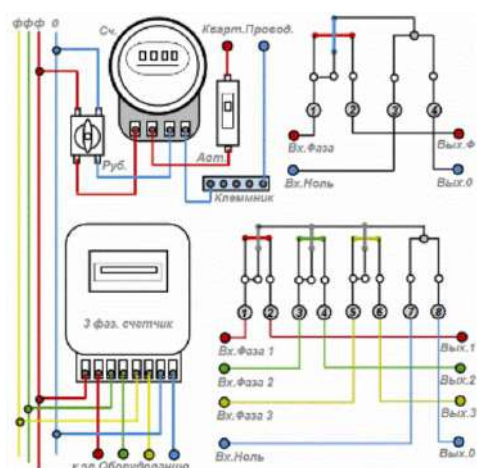


Рисунок 2 - Схема подключения однофазного и трехфазного электросчетчика[6].

Работа электросчетчиков в условиях нестабильного напряжения и частоты является актуальной проблемой, особенно в сетях с частыми перепадами напряжения, перегрузками или нестабильной генерацией. Современные электронные счетчики могут работать в расширенном диапазоне входных параметров, например, от 160 до 280 В по напряжению и от 45 до 55 Гц по частоте. Встроенные алгоритмы анализа сигналов позволяют минимизировать погрешности при резких скачках напряжения, а некоторые модели оборудованы системами самодиагностики, которые фиксируют критические отклонения параметров сети и передают информацию в энергоснабжающую организацию.

3. Интеллектуальные электросчетчики

Наиболее продвинутый тип счетчиков, использующий встроенные микропроцессоры и алгоритмы коррекции данных [7]. Счетчики, используемые в автоматизированных системах коммерческого учета электроэнергии

(АСКУЭ), представляют собой современные интеллектуальные приборы, предназначенные для точного измерения и дистанционного сбора данных о потреблении электроэнергии. В отличие от традиционных индукционных счетчиков, они основаны на цифровых технологиях и обладают широкими возможностями по анализу параметров сети, их коррекции и передаче информации. Основу работы счетчиков АСКУЭ составляют высокоточные измерительные датчики, микропроцессорная обработка данных и системы связи. Их работа проходит несколько этапов: сначала счетчик фиксирует мгновенные значения напряжения и тока с помощью встроенных датчиков (трансформаторов тока и напряжения), затем аналого-цифровые преобразователи (АЦП) превращают полученные электрические параметры в цифровой формат, после чего микропроцессор выполняет расчеты активной, реактивной и полной мощности, анализируя форму сигнала и учитывая возможные искажения. Далее специальные алгоритмы фильтрации устраняют влияние кратковременных скачков напряжения или частоты, обеспечивая точность измерений, а полученные данные записываются в память счетчика и могут передаваться в систему АСКУЭ через каналы связи (GSM, PLC, Ethernet, Wi-Fi) [8]. Рисунок 3 демонстрирует принцип работы системы АСКУЭ. Электросчетчики подключаются к модему через специальный интерфейс (чаще всего RS485), после чего модем передает данные на сервер системы АСКУЭ. В некоторых случаях счетчики могут иметь встроенный модем и напрямую передавать данные на сервер [9]. Информация затем отображается на компьютере или мобильном устройстве, что позволяет контролировать энергопотребление в режиме реального времени.

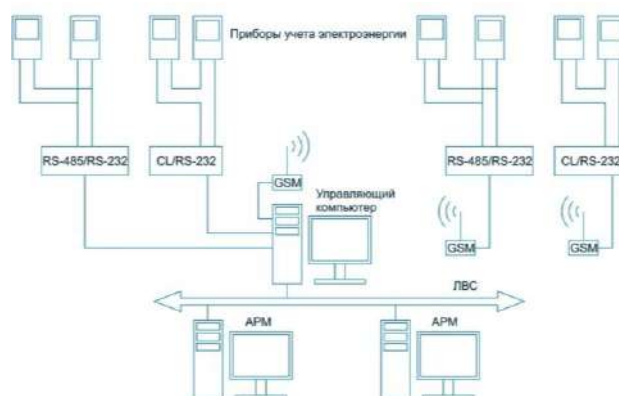


Рисунок 3- Схема передачи данных в системе АСКУЭ[8].

Работа счетчиков АСКУЭ в условиях нестабильного напряжения и частоты отличается высокой точностью за счет использования цифровых алгоритмов коррекции. В отличие от индукционных счетчиков, такие устройства способны адаптироваться к изменениям параметров сети, автоматически корректируя измерения. Большинство современных счетчиков поддерживают работу в широком диапазоне напряжений (от 150 до 270 В) и частот (от 45 до 55 Гц), что делает их устойчивыми к колебаниям. Встроенные стабилизаторы питания и алгоритмы фильтрации компенсируют

кратковременные перепады, предотвращая ошибки учета. Одним из ключевых преимуществ счетчиков АСКУЭ является их способность передавать данные в режиме реального времени через различные каналы связи. Это позволяет оперативно выявлять нестабильность параметров сети и реагировать на аварийные ситуации. В случае значительных отклонений напряжения или частоты такие счетчики могут фиксировать аварийные события и передавать информацию операторам энергосистемы.

Заключение

Нестабильность напряжения и частоты – серьезная проблема для систем учета электроэнергии. В современных энергосистемах необходимо внедрение интеллектуальных систем учета, способных адаптироваться к изменениям параметров сети. Это позволит повысить точность учета электроэнергии и снизить потери, связанные с погрешностями измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление качеством электроэнергии / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов и др.; под ред. Ю. В. Шарова. — М. : Издательский дом МЭИ, 2006. — 320 с.
2. Скачки напряжения в электросети/ Интернет ресурс - https://www.shtyl.ru/support/articles/skachki-napryazheniya-v-ehlektroseti/?srsltid=AfmBOor8MuI3B_B4lYShKK4GdEllAkCFxU45pSwJg5bViyVD8JjQxwtq
3. Причины возникновения перепадов напряжения / Интернет ресурс - <https://5watt.ua/blog/stati/prichiny-vozniknoveniya-perepadov-napryazheniya?srsltid=AfmBOopw2iasB5TjqQnmY5ELzuR7r1vQIKiVxw6Xl0Ly44gdFNwwmCmF>
4. Нестерова А. А. Обзор электросчетчиков: электронные и индукционные счетчики электроэнергии //Мавлютовские чтения. – 2022. – С. 180-182.
5. Принцип действия и устройство счётчиков электрической энергии/ Интернет ресурс - <https://electricalschool.info/main/uchet/789-princip-dejjstvija-i-ustrojstvo.html>
6. Однофазные и трёхфазные электросчётчики/ Интернет ресурс - <https://www.meters.taipit.ru/info/odnofaznye-i-tryohfaznye-ehlektroschyotchiki/>
7. Гришагина Н. М., Гарайшина Э. Г. Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) //Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – №. 12. – С. 297-299.
8. АСКУЭ: виды, принцип работы, плюсы и минусы/ Интернет ресурс - <https://www.panpwr.ru/expert/tpost/mv3u92ijau-askue-vidi-printsip-raboti-plyusi-i-minusu>
9. Как удалённо опрашивать электросчетчик/ Интернет ресурс - <https://yaenergetik.ru/blog/kak-udalyonno-oprashivat-elektroschetchik/>

УДК 621.31

Насигазина Ж.М. (24-МЭЛ-2, ВКТУ), Прохоренкова Н.В. (PhD, ВКТУ)

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СЕТЯХ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается применение искусственного интеллекта (ИИ) для прогнозирования потерь электроэнергии в высоковольтных сетях. Анализируются современные методы прогнозирования, включая традиционные статистические подходы и алгоритмы машинного обучения, такие как градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM, CatBoost), рекуррентные нейронные сети (LSTM, GRU) и гибридные модели, сочетающие элементы ИИ и классических методов.*

***Ключевые слова:** потери электроэнергии, традиционные методы прогнозирования потерь, прогнозирования потерь, автоматизирование процесса, нейронные сети, гибридные методы прогнозирования.*

Высоковольтные электрические сети играют ключевую роль в передаче электроэнергии на большие расстояния. Энергосистема Казахстана сталкивается с рядом сложностей, обусловленных как технологическими, так и организационно-экономическими факторами.

Одной из ключевых проблем является высокий уровень потерь электроэнергии при ее передаче и распределении, что напрямую влияет на эффективность функционирования всей отрасли. В процессе передачи возникают потери, вызванные различными факторами, включая сопротивление проводов, неэффективное управление нагрузкой, износ оборудования и погодные условия.

Основной целью данной статьи является анализ и обоснование применения искусственного интеллекта (ИИ) для прогнозирования потерь электроэнергии в высоковольтных сетях. В работе рассматриваются современные методы прогнозирования, включая традиционные статистические подходы и алгоритмы машинного обучения, такие как градиентный бустинг, рекуррентные нейронные сети (LSTM, GRU) и гибридные модели.

Значительная часть линий электропередачи и подстанций эксплуатируется на пределе нормативных сроков, что приводит к увеличению электрических потерь в сети. Особенно остро это проявляется в разрыве между северными регионами, где сосредоточена основная генерация, и южными, испытывающими

Традиционные методы прогнозирования потерь основаны на математическом моделировании и статистическом анализе. [1]

Вот краткая, ёмкая характеристика основных традиционных методов прогнозирования потерь электроэнергии:

- Метод эквивалентных схем
- Статистические методы
- Метод коэффициентов потерь

- Метод эквивалентной схемы
- Методы факторного анализа

Однако такие методы часто не учитывают сложные нелинейные зависимости между различными факторами, влияющими на потери электроэнергии. В последние годы искусственный интеллект, в частности, машинное обучение и глубокие нейронные сети, демонстрирует значительные успехи в повышении точности прогнозирования. [2]

На данный момент автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) играют важную роль в управлении энергосистемой Казахстана, обеспечивая сбор, обработку и анализ данных о потреблении и передаче электроэнергии. Эти системы внедряются на объектах генерации, распределительных сетях и у конечных потребителей, что позволяет существенно повысить точность расчетов баланса электроэнергии и минимизировать неопределенность при планировании потерь. АСКУЭ сами по себе не являются системами искусственного интеллекта (ИИ), так как они представляют собой комплекс аппаратных и программных решений для автоматизированного учета, хранения и передачи данных. На рисунке 1 изображен АСКУЭ на базе счетчиков.



Рисунок 1 – АСКУЭ на базе счетчиков

Современные АСКУЭ могут интегрироваться с элементами ИИ и машинного обучения, что позволяет проводить прогнозирование потребления электроэнергии, выявлять аномалии в работе сети и автоматизировать процессы управления нагрузками. В Казахстане такие технологии начинают активно внедряться, особенно в высоковольтных сетях, где точность учета и прогнозирования критически важна.

Методы прогнозирования потерь электроэнергии на основе искусственного интеллекта предлагают более гибкий и точный подход по

сравнению с традиционными методами за счёт способности эффективно обрабатывать большие объёмы данных и выявлять сложные нелинейные взаимосвязи между множеством параметров электрических сетей.

Давайте рассмотрим ряд программных решений и популярных алгоритмов машинного обучения, которые могли бы прогнозировать и работать с данными электросетей:

- Градиентный бустинг — это популярный алгоритм машинного обучения, используемый для решения задач регрессии, классификации и ранжирования. (Рис. 2) Основная идея заключается в последовательном построении ансамбля из простых моделей (обычно деревьев решений), где каждая следующая модель корректирует ошибки предыдущей. В последние годы широкое распространение получили современные реализации градиентного бустинга: XGBoost (Extreme Gradient Boosting), LightGBM, CatBoost. [3]

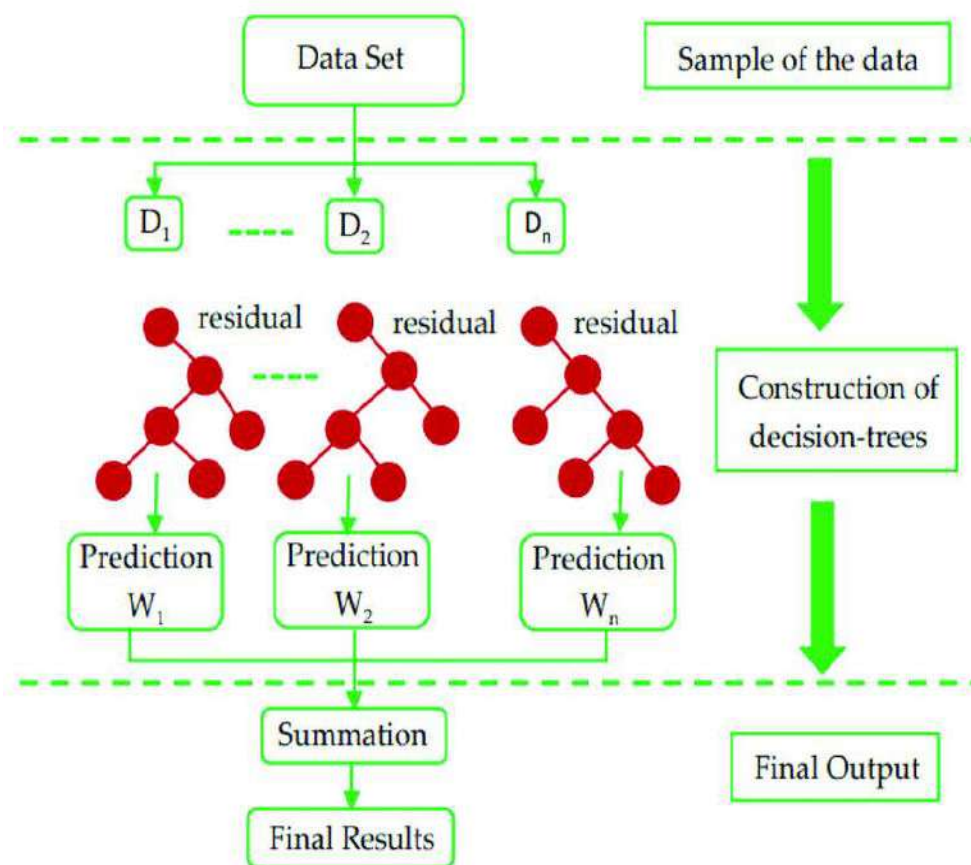


Рисунок 2 - Структура алгоритма XGBoost (экстремального градиентного бустинга)

- Рекуррентные нейронные сети (RNN) — это класс нейронных сетей, которые специально предназначены для работы с последовательными данными, когда каждый новый шаг зависит от предыдущих. Особенно эффективны в этом классе моделей архитектуры с долгой кратковременной памятью и контролем

потоков данных, такие как LSTM (Long Short-Term Memory) и ее разновидности, а также продвинутые алгоритмы, например, GRU (Gated Recurrent Units). [4]

При планировании и прогнозировании потерь электроэнергии RNN могут использоваться следующим образом: прогнозирование временных рядов, учет факторов неопределенности (благодаря способности хранить информацию о предыдущих наблюдениях и динамически изменяющихся условиях)

Применение рекуррентных нейронных сетей (LSTM, GRU) в прогнозировании и планировании потерь электроэнергии помогает значительно повысить точность предсказаний, своевременно обнаруживать аномалии и оптимизировать работу энергосистем.

- Гибридные (комбинированные) или так называемые гибридные методы прогнозирования объединяют преимущества традиционных статистических подходов и современных технологий искусственного интеллекта, например машинного обучения. Одним из наиболее эффективных подходов является сочетание моделей, таких как ARIMA и рекуррентные нейронные сети (например, LSTM, GRU). Например, традиционные модели могут эффективно выявлять линейные зависимости и базовые закономерности в данных, в то время как методы глубокого обучения успешно обрабатывают более сложные, нелинейные зависимости, которые трудно уловить обычными моделями.

Использование таких комбинированных моделей особенно эффективно в энергосистемах, поскольку позволяет:

- Повысить точность прогнозирования благодаря совместному использованию сильных сторон разных моделей;
- Снизить риски неопределённости, более эффективно управляя нагрузками и минимизируя потери электроэнергии;
- Повысить устойчивость и надёжность энергосетей, обеспечивая более точные данные для принятия решений, что ведет к снижению экономических и технических потерь;

В заключении можно сказать, искусственный интеллект играет важнейшую роль в современной энергетике, существенно улучшая точность прогнозирования и планирования потерь электроэнергии. Применение методов машинного обучения и глубоких нейронных сетей позволяет эффективно обрабатывать большие объёмы данных, учитывать сложные нелинейные зависимости. Особенно перспективны гибридные подходы, сочетающие традиционные статистические методы с современными нейросетевыми алгоритмами, такими как LSTM, GRU и градиентный бустинг (XGBoost, LightGBM, CatBoost). Эти технологии позволяют значительно снизить неопределённость прогнозов, своевременно выявлять проблемы и обеспечивать высокую надёжность и устойчивость энергетических систем, что, в свою очередь, ведёт к снижению экономических издержек и технических потерь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заиграева Ю. Б., Нейросетевые модели оценки и планирования потерь. 2008 с – 3.
2. Могиленко А., Применение алгоритмов искусственного интеллекта в мировой энергетике. Энергетика и промышленность России, выпуск № 05-06 (505-506) 2025.
3. Иванов С.П. Градиентный бустинг и его применение в машинном обучении // ML Journal. – URL: <https://mljournal.com/gradient-boosting> (дата обращения: 14.03.2025).
4. RNN, LSTM, GRU и другие рекуррентные нейронные сети // Блог В.Быстрецкого.
URL: https://vbystricky.ru/2021/05/rnn_lstm_gru_etc.html (дата обращения: 14.03.2025).
5. Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 3 декабря 2015 года № 691 “Об утверждении Правил оказания услуг системным оператором, организации и функционирования рынка системных и вспомогательных услуг” // Информационно-правовая система “Әділет”. – URL: <https://zakon.uchet.kz/rus/docs/V1500012562> (дата обращения: 15.03.2025).
6. Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 17 января 2025 года № 22-н/қ “О внесении изменений и дополнений в некоторые приказы Министра энергетики Республики Казахстан” // Информационно-правовая система “Закон”. – URL: <https://zakon.uchet.kz/rus/history/V2500035651/17.01.2025> (дата обращения: 15.03.2025).

УДК 662.6/.8

Нургалиева А.Т. (24-ДТЭ-3з, ВКТУ), Бутаков Е.Б. (к.т.н, старший научный сотрудник НГУ), Байдилдина А.Т. (PhD, ВКТУ), Алияров Б.К. (академик НАН РК, профессор АУЭС)

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛЯ, ОПИЛОК И КОМПОЗИТНОГО ТОПЛИВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТОДА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И АКТИВАЦИИ ТОПЛИВА

Аннотация. В статье рассматриваются исследования по термическому разложению и возгоранию угля, сосновых опилок и полученных на их основе композиционных топлив. В ходе исследования также выявлено влияние механической активации измельченного топлива. Композитное топливо демонстрирует превосходные характеристики горения по сравнению со смесью.

Ключевые слова: Возгорание, термическое разложение, механическая активация и дезактивация топлива, механоактивное измельчение, композитное топливо, смесь топлива, вертикальный трубчатый реактор, уголь, опилки.

Целью работы является получение фундаментальных данных о процессах, происходящих при механохимическом получении и последующем сжигании указанного топлива.

Энергетика – одна из важнейших отраслей науки в нашей жизни [1]. Очевидна необходимость развития как технологий сжигания угольной энергетики, так и поиска альтернативных конкурентоспособных источников энергии, не уступающих по характеристикам существующим.

Актуальной задачей является разработка новых видов топлива и утилизация отходов лесоперерабатывающей промышленности, которые в настоящее время выбрасываются или считаются непригодными для использования [2]. При совместном механоактивационном измельчении эффективно раскрываются уникальные свойства исходных компонентов, которые при объединении проявляют неаддитивное поведение. Ярким примером является совместное сжигание угля и биомассы – перспективный теплофизический процесс, получивший широкое распространение в странах ЕС [3, 4]. Это позволяет утилизировать различные сельскохозяйственные отходы без серьезных модификаций электростанций. Одним из существенных преимуществ совместного сжигания является повышение эффективности процесса. Например, эффективность сгорания только биомассы составляет от 16 до 20%, тогда как при совместном сжигании с углем могут быть достигнуты показатели эффективности до 35-40% [5]. Считается, что добавление в угольное топливо от 5 до 10 % биомассы не требует изменения конструкции энергетического оборудования [6].

Экспериментальная установка и методы измерений. Эксперименты проводились в диапазоне температур 50-800°C в синтетической воздушной атмосфере, состоящей на 80% объема Ar и 20% объема O₂. Используемые скорости потока газа составляли 20 мл/мин аргона и 5 мл/мин кислорода.

Использовали открытые тигли из Al_2O_3 , скорость нагрева устанавливали $10^\circ\text{C}/\text{мин}$. Экспериментальные данные были проанализированы с использованием программного пакета анализа Proteus.

Кинетика термического разложения при исследовании угля с помощью термогравиметрического анализа позволяет выявить первичные эффекты при постепенном термическом разложении проб топлива со скоростями $10\text{--}30^\circ\text{C}/\text{мин}$. Тем не менее, эти условия неточно отражают реальные процессы воспламенения и сгорания угольной пыли в камерах сгорания котельных. Следовательно, существует значительный интерес к исследованию стадий воспламенения и начального горения частиц угольной пыли в термических условиях, очень похожих на реальные устройства сжигания. Кроме того, характерное время механоактивированного измельчения топлива чрезвычайно мало и часто составляет доли секунды. Это может привести к временному сохранению высокореактивных свойств частиц угля после измельчения, что вызывает необходимость исследования химической активности топлив в условиях быстрого термического разложения. Методика, наиболее удовлетворяющая этим требованиям, предполагает исследование воспламенения и горения пылевой суспензии путем ее порционного введения в вертикальную трубчатую печь.

Вертикальный трубчатый реактор. Вертикальный трубчатый реактор представляет собой стальную трубу, ориентированную вертикально и изолированную, чтобы противостоять нагреву. Его длина составляет 1 метр, а внутренний диаметр 0,4 метра. Электрический обогрев осуществляется с помощью системы низковольтных трансформаторов. По всей длине камеры сгорания имеются отверстия, специально расположенные на расстоянии 0,1 метра. В этих отверстиях размещены фотодиоды и термопары, отвечающие за регистрацию вспышек и температуры соответственно. Для поддержания стабильной температуры на входе в реактор и устранения нежелательных конвективных потоков и побочных продуктов сгорания в камеру вводится поток воздуха со скоростью от 0 до 1 метра в секунду.

Попадание частиц пыли в камеру сгорания обнаруживается микрофоном, подключенным к аналого-цифровому преобразователю. Система управления зажиганием содержит фотодатчики, схему возбуждения, схему обработки сигналов и блок сбора данных. Кроме того, на компьютере установлено программное обеспечение для обработки сигналов для дальнейшего анализа и интерпретации.

В работе исследованы угли и сосновые опилки. Предварительно был определен спектр размеров частиц; характерный размер частиц составлял 40-60 микрон. После обработки пробу свежемельченной угольной пыли сразу загружали в тигель и анализировали.

В опытах на вертикальной трубчатой печи для удаления внешней влаги, которая может существенно повлиять на результаты эксперимента, перед измельчением уголь предварительно сушили в печи при температуре 105°C в течение 4 часов.

Бурый уголь. Характеристики бурых углей, использованных в экспериментах, приведены в таблице 1. Угли измельчались в трех мельницах: молотковой (первоначального помола), вибрационной центробежной мельнице и мельнице-активаторе-дезинтеграторе.

Таблица 1 - Характеристики исследуемого угля

Влажность, %	Зольность, %	Углерод, %	Летучие, %
18.18	9.49	43.24	58.39

На рисунках 1-3 показаны кривые термического разложения бурого угля. Стоит отметить, что термическое разложение происходит в две стадии: выделение летучих веществ и разложение коксового остатка.

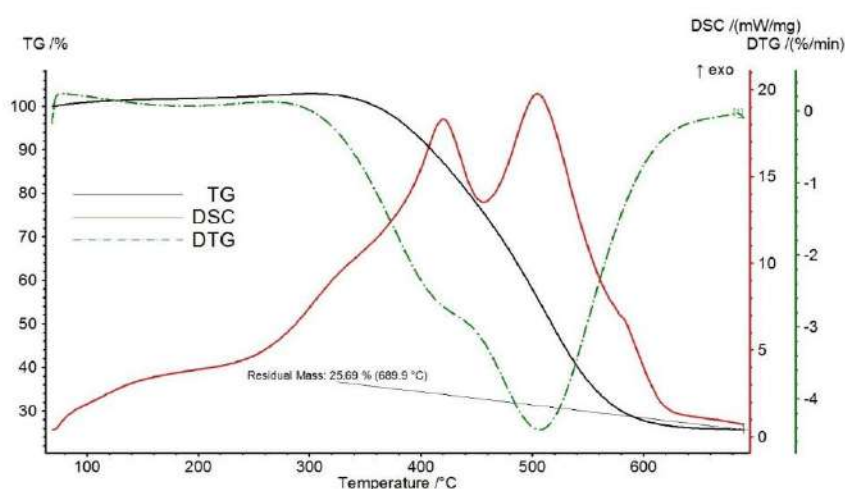


Рисунок 1 - STGA-DSC-тесты не размолотого бурого угля фракцией 40-60 микрон

Первая стадия термического разложения начинается при температуре около 300°C и продолжается до 450°C. Разложение коксового остатка начинается при температуре 450°C и продолжается до температуры 620°C, остаточная масса пробы постепенно уменьшается, приближаясь к значению негорючего остатка. Как видно, процессы разложения первого и второго образцов достаточно схожи между собой, наблюдаются некоторые различия при разложении коксового остатка, что хорошо видно на зеленых кривых. Можно сделать вывод, что абразивное воздействие, которое оказывает виброцентробежная мельница на поверхность топлива, создает определенное количество свободных радикалов на поверхности угля, в результате чего он легче вступает в реакцию разложения.

На рисунке 3 представлены кривые процесса термического разложения механоактивированного угля, которые характерно отличаются от приведенных на предыдущих графиках. Выделение летучих веществ начинается при более низкой температуре 270°C и продолжается до температуры 320°C. Затем начинается процесс разложения коксового остатка, причем протекает он

гораздо интенсивнее, о чем можно судить как по красной, так и по зеленой кривым; процесс заканчивается при температуре 400 °С, в результате чего масса образца начинает медленно стремиться к массовой доле его негорючего остатка.

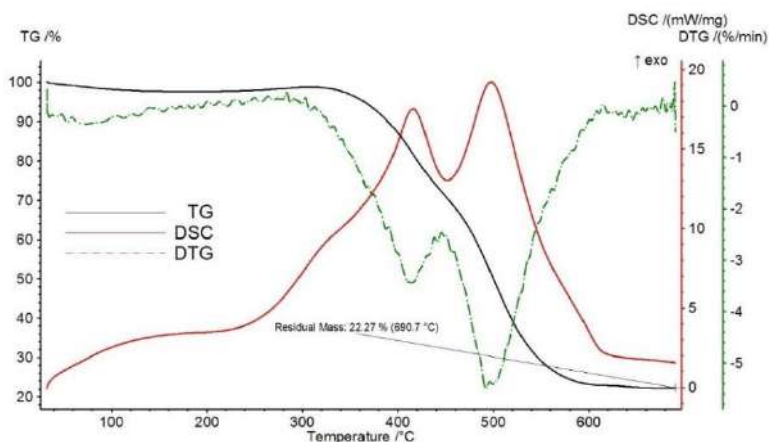


Рисунок 2 - STGA-DSC-тесты бурого угля, измельченного на виброцентробежной мельнице, фракционный размер 40-60 микрон

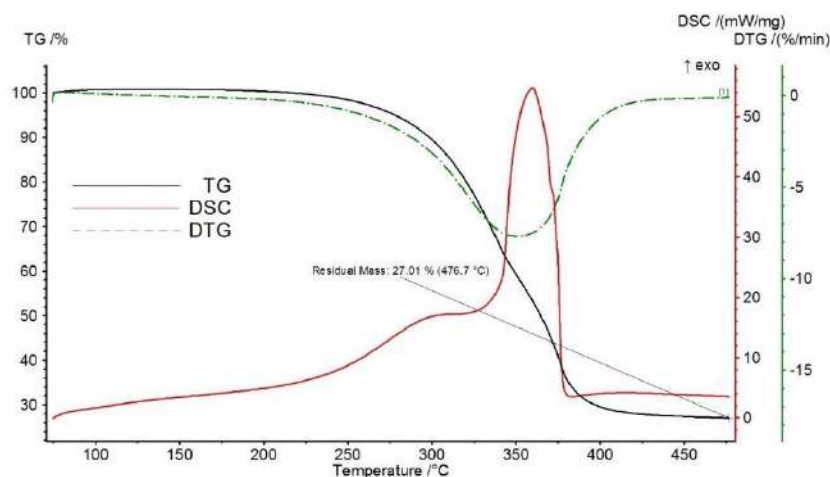


Рисунок 3 - STGA-DSC-тесты механоактивированного бурого угля фракцией 40-60 микрон

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что разрушительное воздействие мельницы-дезинтегратора на структуру угля создает большее количество свободных радикалов, при этом характерно изменяется процесс термического разложения.

Композитное топливо “уголь-опилки”. Для снижения негативных последствий дезактивации топлива можно рассмотреть процедуру совместного измельчения и изучить изменения характеристик, происходящие в ходе этого процесса. Когда комбинация горючих топлив, таких как уголь и биомасса, подвергается механической обработке, свойства компонентов изменяются и образуются композиционные частицы. Авторы предполагают, что ускорение инициирования горения и эффективное горение порошкообразных топливных

композиционных частиц могут быть связаны с повышенной воспламеняемостью и механической активацией компонентов композиционных частиц. Кроме того, измельчение может приводить к образованию парамагнитных центров на поверхности компонентов композитных частиц, что дополнительно способствует инициированию радикальной реакции горения.

Вывод. Исследование показало, что механическое измельчение твердого ископаемого топлива привело к увеличению его реакционной способности. Это проявляется в изменении процесса термического разложения и снижении температуры воспламенения. Уменьшение времени воспламенения образца подтверждает этот эффект.

Горение газообразных продуктов, образующихся в результате термического разложения, по-видимому, инициируется радикальными центрами на поверхности частиц угля. Число таких центров там значительно больше, чем на частицах биомассы. Тесный контакт между частицами компонентов топлива повышает эффективность инициирования за счет низкой температуры газовыделения из биомассы и высокой концентрации радикальных частиц на угле. Это достигается за счет специфического состава топлива на одну частицу.

Особенно сильное влияние на начальную стадию горения оказывает состав топлива. Исследования показали, что некоторые параметры горения, например, время задержки воспламенения и время горения композитов, могут быть существенно короче по сравнению с горением смесей отдельных частиц одного и того же состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. T. Onsree, et al., Torrefaction of pelletized corn residues with wet flue gas, *Bioresour. Technol.*, 2019, 285.
2. R. Saengsuriwong, T. Onsree, S. Phromphithak, N. Tippayawong, Biocrude oil production via hydrothermal liquefaction of food waste in a simplified highthroughput reactor, *Bioresour. Technol.*, 2021, 341.
3. H. Gohar, A.H. Khoja, A.A. Ansari, S.R. Naqvi, R. Liaquat, M. Hassan, K. Hasni, U.Y. Qazi, I.J.P.S. Ali, E. Protection, Investigating the characterisation, kinetic mechanism, and thermodynamic behaviour of coal-biomass blends in co-pyrolysis process, *Process Safety and Environmental Protection*, 2022, 163, 645-658.
4. Lingmei Zhou, Guanjun Zhang, Markus Reinmöller, Bernd Meyer, Effect of inherent mineral matter on the co-pyrolysis of highly reactive brown coal and wheat straw, *Fuel*, 2019, 239, 1194-1203.
5. Gaurav N, Sivasankari S, Kiran GS, Ninawe A, Selvin J. Utilization of bioresources for sustainable biofuels: a review // *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2017; 73: 205-214.
6. Bhuiyan A.A., Blicblau A.S., Islam A.K.M.S., Naser J. A review on thermo-chemical characteristics of coal/biomass co-firing in industrial furnace // *Journal of the Energy Institute*, 2018, 91: 1-18.

УДК 621.548

Нұрмұхамбетов С.Е. (24-МЭЛ-2, ВКТУ), Акаев А.М. (PhD, ВКТУ)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ВЕТРОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Аннотация. *Статья посвящена совершенствованию системы генерирования электроэнергии на ветровых электростанциях (ВЭС). Рассматриваются основные проблемы, такие как нерегулярность ветра, высокая стоимость начальных инвестиций, экологические воздействия и проблемы обслуживания оборудования. Предлагается несколько путей решения этих проблем, включая развитие технологий турбин, интеграцию с другими источниками энергии, использование накопителей энергии и совершенствование системы управления и мониторинга. Статья подчеркивает важность дальнейших технологических инноваций для повышения эффективности и устойчивости работы ВЭС, что способствует их широкому внедрению и популяризации в глобальной энергетической системе.*

Ключевые слова: *Ветровая энергия, ветровая электростанция (ВЭС), эффективность ВЭС, автоматизация, устойчивость ветровой энергетики, усилитель ветра.*

В последние десятилетия проблема охраны окружающей среды и поиска альтернативных источников энергии стала особенно актуальной. Одним из наиболее перспективных направлений является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), среди которых ветровая энергия занимает важное место. Ветровые электростанции (ВЭС) представляют собой мощные устройства, способные преобразовывать кинетическую энергию ветра в электрическую. Однако несмотря на их очевидные преимущества, такие как экологичность и устойчивость к дефициту ресурсов, система генерирования электроэнергии на ВЭС требует дальнейшего совершенствования.

Мировой рынок ветровой энергетики развивается быстрее, чем любой другой вид возобновляемой энергетики. Однако ветроэнергетика, обладая такими достоинствами, как экологическая чистота производства электроэнергии и использование бесконечного возобновляемого источника энергии, имеет и ряд существенных недостатков, главным из которых является нестабильность ветрового потока. Но несмотря на имеющиеся недостатки ветроэнергетики, ситуация на мировом рынке нефти и газа способствует развитию видов генерации электроэнергии, основанных на использовании возобновляемых источников энергии [1, 2].

Целью данной статьи является рассмотрение основных направлений совершенствования системы генерирования электроэнергии на ветровых электростанциях, включая технические, экономические и экологические аспекты. Ветряные электростанции, несмотря на свою востребованность и перспективность, сталкиваются с рядом проблем, которые ограничивают их эффективность.

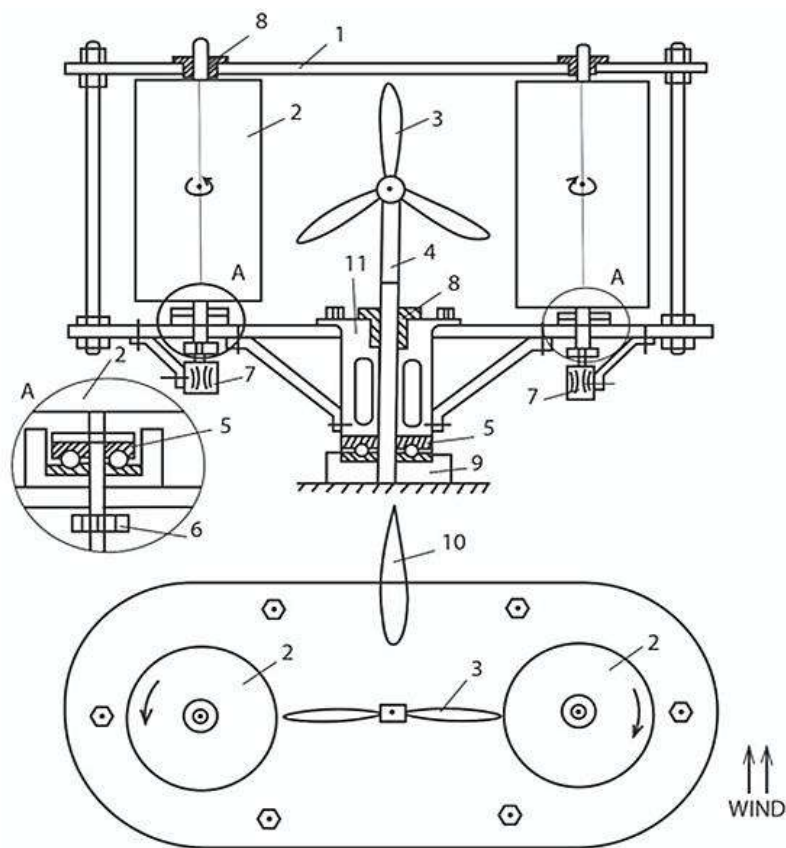
Одной из основных проблем является непостоянство ветра. Ветер может иметь разные скорости, что затрудняет стабильную выработку электроэнергии. Это приводит к тому, что ВЭС не могут гарантировать постоянный уровень выработки энергии. Например, если ветер слишком слабый или слишком сильный, генератор может не работать эффективно, либо может быть поврежден [4].

Ветровые электростанции требуют значительных вложений на этапе строительства и установки. Высокая стоимость оборудования, необходимость строительства инфраструктуры, а также длительный срок окупаемости делают такие проекты экономически не всегда привлекательными для инвесторов. Хотя ВЭС являются экологически чистыми источниками энергии, они могут создавать определенные проблемы для окружающей среды. Например, неправильное расположение ВЭС может привести к воздействию на местные экосистемы и миграционные маршруты птиц. Также, большое количество ветряков в открытых пространствах может вызывать визуальные неудобства для жителей близлежащих территорий [3].

Система ветровой энергетики, как и любая другая, подвержена износу. Необходимость регулярного обслуживания, замены комплектующих и ремонта оборудования делает эксплуатацию ВЭС достаточно затратной, особенно в удаленных и труднодоступных местах. Для решения вышеуказанных проблем важно продолжать работать над совершенствованием технологии ветровых электростанций. На сегодняшний день существует несколько направлений, которые могут существенно повысить эффективность работы ВЭС.

Одним из наиболее перспективных направлений является развитие конструкций ветряных турбин. Современные турбины продолжают улучшаться с точки зрения их мощности, устойчивости и долговечности. Разработка новых материалов для лопастей турбин, а также усовершенствование систем управления позволяют значительно повысить КПД ветровых установок. Например, использование композитных материалов, таких как углеродное волокно, позволяет делать лопасти легче и прочнее, что увеличивает срок службы и производительность турбин. Углеродное волокно улучшает жесткость лопаток ветряных турбин, что позволяет увеличить коэффициент преобразования энергии ветра. Так же улучшаются гидродинамические характеристики лопасти ветрогенератора, снижается нагрузка на башню и шип вала, мощность центробежного вентилятора становится более плавной и сбалансированной, повышается эффективность преобразования энергии ветра. Углеродное волокнистое сырье имеет отличную коррозионную стойкость, что дает длительную эксплуатацию в суровые погодные условия [5]. Для устранения проблемы нерегулярности ветра, многие специалисты предлагают комбинированное использование ВЭС с другими возобновляемыми источниками энергии, такими как солнечные электростанции (СЭС). Ветер и солнце часто являются взаимодополняющими источниками энергии. Например, если ветряки не могут генерировать электроэнергию в безветренные дни, солнечные панели могут работать на максимальной мощности, и наоборот.

Одна из проблем ветроэнергетики заключается в слабом среднестатистическом ветре, из-за которого турбины большую часть времени работают не на полную мощность. И как выяснилось, существуют жизнеспособные концепции, позволяющие не только увеличить воздушный поток перед ветряками, но и сделать его регулируемым. Такой усилитель ветра дает решить проблему увеличения коэффициента мощности коммерческих ветровых турбин и проблему уменьшения размеров турбин для выработки одной и той же мощности.



1 — верхняя платформа усилителя; 2 — цилиндр; 3 — турбина; 4 — башня турбины; 5 — опорный подшипник поворотной втулки; 6 — соединительная муфта; 7 — электромотор с регулировкой скорости вращения; 10 — аэродинамический стабилизатор поворотной платформы

Рисунок 1 - Конструкция усилителя ветра[8]

На рисунке 1. представлена конструкция усилителя, которая позволяет усилить скорость ветра так, что производительность турбины, размещенной за усилителем, вырастает до 8–15 раз (зависимость мощности от скорости ветра — кубическая). В теории конструкция должна еще и «сглаживать пики» скорости ветра по заданному направлению. В итоге турбина все время будет

работать на номинальной мощности и генерация электроэнергии станет более предсказуемой.

Принцип действия усилителя построен на отклонении и ускорении потока воздуха при обтекании тел. В открытом потоке невозможно существенно ускорить ветер неподвижным раструбом, поэтому для формирования потока группа Санникова предложила использовать вращающиеся тела - цилиндры. Вокруг ветряной турбины устанавливают несколько таких вертикальных цилиндров, которыми управляет автоматизированная система. Конфигурация цилиндров совпадает с поверхностью тока свободного потока воздуха, за счет чего аэродинамическое сопротивление меньше, чем у упоминавшихся выше стационарных конфузоров. [6].

Для обеспечения бесперебойной подачи электроэнергии, даже когда скорость ветра недостаточна для работы турбин, можно использовать системы накопителей энергии. Современные аккумуляторы и другие технологии хранения энергии (например, водородные технологии) позволяют накапливать лишнюю энергию, вырабатываемую в периоды сильного ветра, и использовать ее в периоды отсутствия ветра. Технологии автоматизации и искусственного интеллекта в управлении ветровыми электростанциями играют ключевую роль в повышении их эффективности. Системы мониторинга и предсказания погодных условий позволяют оптимизировать работу турбин в зависимости от реальной ситуации. Например, датчики могут заранее предсказывать изменения силы и направления ветра, и в зависимости от этого оптимизировать работу турбин для получения максимальной мощности.

Важной частью совершенствования системы ветровых электростанций является снижение стоимости начальных инвестиций и улучшение окупаемости проектов. В последние годы наблюдается тенденция к снижению стоимости оборудования для ВЭС. Это связано с развитием технологий, увеличением массового производства и снижением цен на материалы. Упрощение производственных процессов и стандартизация компонентов позволяют снизить стоимость установки и эксплуатации ВЭС. Для повышения экономической привлекательности ВЭС важно продолжать развивать систему государственной поддержки. В странах с высокоразвитыми ВИЭ, таких как Германия, Испания и Дания, активно действуют субсидии и налоговые льготы, что способствует увеличению инвестиций в развитие ветровых электростанций. Развитие рынка возобновляемых источников энергии и внедрение «зеленых» тарифов позволяют ВЭС становиться более прибыльными. При этом важно развивать систему торговли углеродными квотами и прочих экологических механизмов, что создаст дополнительные стимулы для инвесторов.

Ветровая энергетика является одним из самых экологически чистых способов получения энергии, однако, как и любая другая технология, она имеет свои экологические и социальные аспекты. Для минимизации воздействия ВЭС на экосистемы важно тщательно выбирать места для установки ветровых турбин. Современные методы экологического мониторинга позволяют учитывать все факторы, влияющие на флору и фауну, а также предотвращать

возможные негативные последствия для местных экосистем. Развитие ВЭС должно также учитывать мнение местных жителей. Ветряки могут восприниматься как элемент урбанистического ландшафта, что приводит к визуальному и звуковому загрязнению, поэтому важно учитывать мнения и пожелания населения при выборе мест для установки ВЭС [7].

Ветер – это неисчерпаемый и экологически чистый источник энергии, который играет важную роль в глобальной энергетической системе. Однако для достижения максимальной эффективности и устойчивости работы ветровых электростанций необходимо продолжать совершенствовать технологии, снижать затраты и минимизировать негативные последствия для окружающей среды и общества. Технические инновации, такие как улучшение турбин, интеграция с другими источниками энергии, развитие накопителей энергии и повышение эффективности систем управления, откроют новые возможности для ветровой энергетики, способствуя её широкому внедрению и популяризации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перминов, Э.М. Состояние, проблемы и перспективы развития мировой и российской ветроэнергетики / Э.М. Перминов // Новое в российской энергетике. -2004.-№11.-С. 6-18.
2. Говоров, С.В. Перспективы развития оптового и розничного рынков электроэнергии - взгляд потребителя / С.В. Говоров // Итоги функционирования розничных рынков электроэнергии в 2011 году и перспективы 2012 года: материалы VI Всерос. Конф. НП ГП и ЭСК: 2012. - 11 - 14 с.
3. Влияние ветровых электростанций на окружающую среду и экологию / Интернет ресурс – <https://ecotek.pro/news/energolikbez/vliyanie-ves-na-okruzhayushchuyu-sredu-i-ekologiyu/>
4. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев – 1-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294 с.
5. Преимущества ветроэнергетики из углеродного волокна / Интернет ресурс - <https://ru.regalcomposites.com/news/advantages-of-carbon-fiber-wind-power-48518971.html>
6. Как устроен регулируемый усилитель ветра для ветряных турбин / Интернет ресурс - <https://habr.com/ru/companies/leader-id/articles/693242/>
7. Экологические аспекты и мифы ветроэнергетики / Интернет ресурс - <https://atommedia.online/reference/den-ekologa/>
8. Как устроен регулируемый усилитель ветра для ветряных турбин / Интернет ресурс - <https://habr.com/ru/companies/leader-id/articles/693242/>

УДК 620.1

Нұрмұхамет Б.Е. (24-МТЭ-2, ВКТУ), Акаев А.М. (PhD, ВКТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИИ ВРАЩАЮЩИХСЯ МЕХАНИЗМОВ
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Аннотация. *Вибрация вращающихся механизмов тепловых электростанций (ТЭЦ) является важным фактором, влияющим на их эксплуатацию, надежность и безопасность. В данной статье рассмотрены различные методы исследования вибрации, включая традиционные и современные цифровые подходы. Проведен анализ преимуществ и недостатков каждого метода, а также предложены рекомендации по их применению. Кроме того, рассмотрены основные источники вибрации, их воздействие на оборудование и методы борьбы с ними. Особое внимание уделено перспективам внедрения интеллектуальных систем мониторинга вибрации на ТЭС.*

Ключевые слова: *вибрация, тепловая электростанция, диагностика, спектральный анализ, цифровые методы, машинное обучение, Интернет вещей.*

Тепловые электростанции играют ключевую роль в обеспечении энергоснабжения, а надежность их работы напрямую зависит от состояния вращающихся механизмов, таких как турбины, генераторы и насосы. Одним из основных факторов, влияющих на их долговечность, является вибрация. Исследование вибрационных процессов позволяет своевременно выявлять дефекты и предотвращать аварийные ситуации, повышая общую эффективность работы электростанций. Вибрация может возникать как следствие механических неисправностей, дисбаланса, износа деталей, так и в результате взаимодействия рабочих сред с элементами оборудования. Развитие технологий позволяет применять современные методы диагностики, значительно повышая точность мониторинга и прогноза состояния механизмов.

Проблема вибрации в энергетическом оборудовании ТЭС остается актуальной по нескольким причинам:

- Вибрационные колебания могут вызвать усталостные повреждения конструкций, сокращая срок службы оборудования [2, с. 35–40; 9, с. 64–68].

- Несвоевременное выявление аномальной вибрации приводит к аварийным ситуациям и экономическим потерям.

- Развитие современных методов диагностики позволяет прогнозировать возможные неисправности и предотвращать их.

Таким образом, изучение методов анализа вибрации и выбор наиболее эффективных подходов имеют важное значение для обеспечения безопасности и бесперебойной работы ТЭС.

Природа и причины вибрации

Вибрация в оборудовании ТЭЦ может возникать по ряду причин, включая конструктивные особенности, технологические процессы и эксплуатационные условия. Основные источники вибрации включают [8, с. 101–105; 3, с. 44–50]:

- Дисбаланс ротора, возникающий из-за неравномерного распределения массы;
- Износ и повреждения подшипников, приводящие к увеличенной нагрузке и нестабильности;
- Несоосность валов, вызывающая дополнительные механические нагрузки;
- Резонансные явления, когда частота вибрации совпадает с собственными частотами системы;
- Турбулентные процессы в рабочих средах, создающие неравномерные нагрузки на механизмы;
- Ослабление крепежных соединений, приводящее к дополнительным колебаниям конструкций.



Рисунок 1 – Последствия вибрации на рабочем колесе насоса

Методы исследования вибрации

Существуют различные методы анализа вибрации вращающихся механизмов, которые можно условно разделить на традиционные и современные цифровые [2, с. 52–59; 8, с. 113–117].

1. Традиционные методы:

- Виброметрия: использование датчиков вибрации для измерения амплитуды и частоты колебаний;
- Спектральный анализ: анализ частотного спектра вибрационных сигналов для выявления неисправностей;
- Метод ударного возбуждения: применяется для определения собственных частот конструкций;
- Анализ вибрации на основе статистической обработки данных, позволяющий выявить аномалии в поведении механизмов.

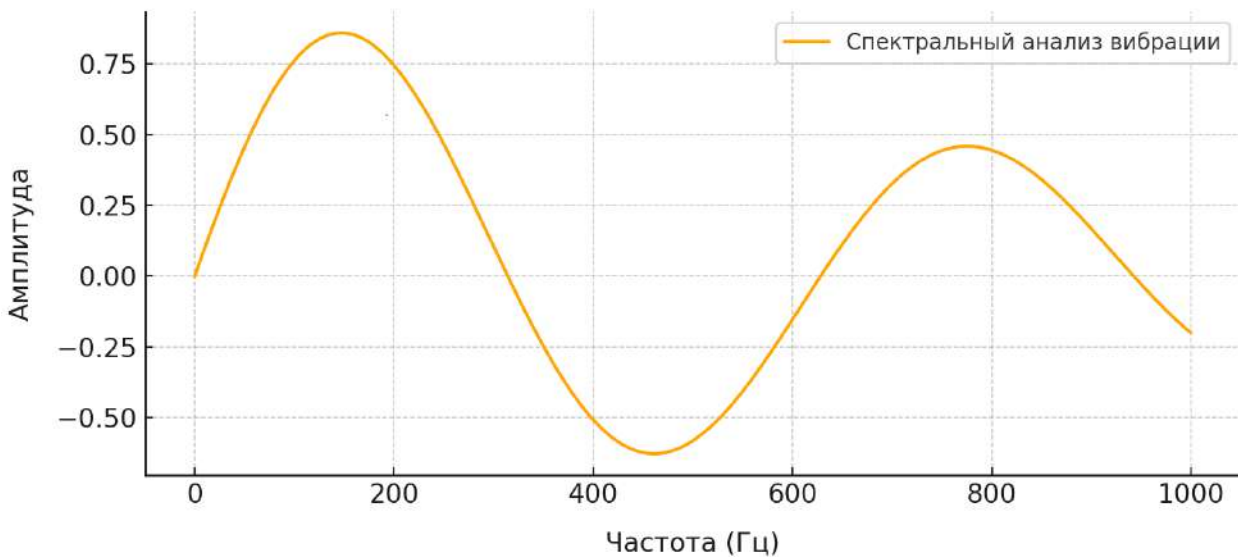


Рисунок 2 – Спектральный анализ вибрации механизмов

2. Современные цифровые методы:

- Лазерная интерферометрия: обеспечивает высокую точность измерений без контактного взаимодействия с объектом;

- Моделирование методом конечных элементов (МКЭ): позволяет прогнозировать вибрационные характеристики механизмов на этапе проектирования;

- Искусственные нейронные сети и машинное обучение: используются для предиктивного анализа и автоматической диагностики неисправностей;

- Системы мониторинга в режиме реального времени, позволяющие оперативно выявлять и устранять отклонения.

Воздействие вибрации на оборудование ТЭЦ

Длительное воздействие вибрации негативно влияет на состояние оборудования, ускоряя его износ и сокращая срок службы. Основные последствия повышенной вибрации включают [3, с. 86–90; 9, с. 97–100]:

- Повреждение подшипников и уплотнений;

- Разрушение крепежных элементов и соединений;

- Разбалансировку и перегрев механизмов;

- Повышенное потребление энергии вследствие снижения КПД оборудования;

- Рост аварийных ситуаций, связанных с разрушением элементов конструкции.

Методы борьбы с вибрацией

Для уменьшения вибрации и ее последствий используются следующие методы [2, с. 198–202; 3, с. 112–115]:

- Балансировка роторов и регулировка их массы;

- Усиление конструкционных элементов для предотвращения резонансных явлений;

- Оптимизация смазочных систем для снижения трения в подшипниках;
- Использование демпфирующих материалов для поглощения избыточной вибрации;
- Внедрение систем активного контроля вибрации, использующих обратную связь для подавления колебаний.

Перспективы развития диагностики вибрации

Будущее диагностики вибрации связано с внедрением инновационных технологий [7, с. 301–305], таких как:

- Интеграция Интернета вещей (Internet of things) для автоматизированного сбора и анализа данных;
- Разработка интеллектуальных алгоритмов прогнозирования сбоев;
- Использование цифровых двойников для моделирования вибрационных процессов в реальном времени;
- Применение роботов и беспилотных летательных аппаратов для диагностики оборудования в труднодоступных местах.

Реализация этих решений позволит:

- Снизить уровень аварийности и продлить срок службы оборудования.
- Уменьшить затраты на ремонт и обслуживание.
- Повысить эффективность работы ТЭС и улучшить энергоснабжение.

Эти меры особенно актуальны для Казахстана, где значительная часть электроэнергии производится на тепловых электростанциях.

Таблица 1 – Сравнение различных методов по ключевым параметрам

Метод диагностики	Преимущества	Недостатки
Анализ временных характеристик	Простота, доступность	Ограниченные диагностические возможности
Спектральный анализ	Высокая точность выявления дефектов	Требует качественной обработки сигналов
Вейвлет-преобразование	Эффективен для сложных сигналов	Высокая вычислительная сложность
Машинное обучение	Возможность прогнозирования поломок	Требуется обучение на большом количестве данных

Исследование показало, что спектральный анализ остаётся наиболее распространённым методом диагностики вибрации, но современные алгоритмы машинного обучения позволяют повысить точность предсказаний отказов оборудования.

Исследование вибрации вращающихся механизмов ТЭЦ является важной задачей для обеспечения их надёжности и безопасности. Современные цифровые методы анализа позволяют значительно повысить точность

диагностики и прогнозирования неисправностей, что делает их перспективным направлением для дальнейших исследований. Применение искусственного интеллекта, машинного обучения и Интернета вещей в диагностике вибрационных процессов позволит снизить затраты на ремонт и повысить общую эффективность работы тепловых электростанций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 31294-2005. Вибрация. Общие требования к методам измерения, оценки и мониторинга.
2. Жакиев Ж.К., Алиев С.А. Диагностика и надежность энергетического оборудования: учебное пособие. – Алматы: КазНТУ, 2019. – 246 с.
3. Сеитов Б.Ш. Эксплуатация и техническое обслуживание турбинного оборудования ТЭС. – Алматы: Энергоуниверситет, 2018. – 210 с.
4. СТ РК ISO 10816-1-2014. Вибрация. Контроль вибрации машин. Часть 1. Общие положения. – Астана: Комитет технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан, 2014. – 15 с.
5. СТ РК ИЕС 60034-14-2016. Электрические машины вращающиеся. Часть 14. Механическая вибрация машин с высотой оси от 56 мм и выше. – Астана: КТРМ МИНТ РК, 2016. – 24 с.
6. Правила технической эксплуатации электростанций и сетей Республики Казахстан. – Утв. приказом Министра энергетики РК от 28 декабря 2015 года № 998. – Астана: Министерство энергетики РК, 2015. – 126 с.
7. Иванов В.В., Чернов А.В. Диагностика и надежность машин: учебник. – М.: Машиностроение, 2019. – 320 с.
8. Кузнецов И.Н., Петрова Л.С. Методы вибродиагностики оборудования: теория и практика. – СПб.: Профессия, 2016. – 272 с.
9. Котельников Е.А. Техническая диагностика оборудования тепловых электростанций. – М.: Энергия, 2018. – 240 с.
10. Гусев С.И. Метод конечных элементов в инженерных расчетах. – М.: Солон-Пресс, 2020. – 256 с.

УДК 44.31

Омерзак Б.Е. (24-МТЭ-2, ВКТУ), Байдилдина А.Т. (PhD, ВКТУ)

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Аннотация. В условиях роста мирового потребления энергии и ужесточения экологических требований вопросы повышения энергоэффективности теплоэнергетических установок становятся крайне актуальными. По данным Международного энергетического агентства, на теплоэнергетику приходится около 40% общего потребления энергии в промышленности, а ее эффективность существенно влияет на экономические и экологические показатели отрасли. Энергоэффективность теплоэнергетических установок определяется способностью оборудования максимально полно использовать энергию топлива для выработки тепла и электроэнергии. В то же время на предприятиях часто встречаются проблемы, связанные с недостаточным учетом реальных условий эксплуатации, старением оборудования и недостаточной точностью методов оценки. Так, исследования показывают, что износ энергоустановок может снижать КПД на 10–15%, а несвоевременный контроль параметров работы увеличивает топливные затраты на 5–7%.

Ключевые слова: теплоэлектроцентраль, коэффициент полезного действия, ИАЕА(МАГАТЭ), малые модульные реакторы, тепловая энергия, эксергетический анализ.

Целью данной работы является выявление и систематизация ключевых проблем оценки энергоэффективности в теплоэнергетике. В рамках статьи анализируются современные методы мониторинга и расчета энергоэффективности, а также рассматриваются факторы, влияющие на ее показатели и перспективы развития теплоэнергетики Казахстана.

Если говорить о «Теплоэнергетике Казахстана», то производство тепловой энергии в Казахстане осуществляют свыше 2500 теплоисточников, из них 118 мощностью свыше 100 Гкал/ч и источники индивидуальных потребителей. Тепловые источники в централизованных и местных системах теплоснабжения разделяются на теплоэлектроцентрали (далее – ТЭЦ) и котельные. На момент 1 января 2023 года, по официальным данным Министерства энергетики, в Казахстане функционируют 37 ТЭЦ. Общая установленная мощность источников тепловой энергии составляет 43231 Гкал/ч. Располагаемая мощность теплоисточников составила 37566,7 Гкал/ч. Производство тепловой энергии в 2022 году по Казахстану составило 94 млн Гкал (2020 год – 91 млн Гкал, 2021 год – 93 млн Гкал). Видами топлива выработки тепловой энергии являются уголь казахстанских месторождений (~80 %), природный газ (~15 %) и мазут (~ 5 %). Передача тепловой энергии осуществляется по тепловым сетям общей протяженностью 12680 км в двухтрубном исчислении по республике. При этом около 49,2 % или 6246 тыс. км сетей требуют замены. Средний износ тепловых сетей составляет 57 %. Сектор теплоснабжения характеризуется от производства до потребления

тепловой энергией низким коэффициентом полезного действия (в среднем 75 % - для котлов, 58 % – для всей системы), высокими выбросами и потерями тепла (18-42 % на этапе транспортировки и распределения тепла). Системы централизованного теплоснабжения на базе ТЭЦ получили наибольшее развитие в Северной зоне Казахстана – 64 % от суммарной располагаемой тепловой мощности ТЭЦ РК, в Южной зоне – 19 %, в Западной зоне – 17 % соответственно.

Для оценки энергоэффективности теплоэнергетических установок используется ряд ключевых показателей: Коэффициент полезного действия (КПД), удельное потребление топлива (УПТ), показатели тепловой и электрической мощности установки, коэффициент использования установленной мощности (КИУМ), удельные потери энергии – характеризуют потери тепловой энергии через ограждающие конструкции оборудования и при транспортировке.

Для оценки показателей энергоэффективности необходимо применять следующие методы: Тепловой баланс, Эксергетический анализ, Методы статистического анализа, Цифровые методы мониторинга и анализа.

Однако, в соответствии с требованиями нормативно-технической документации тепловой баланс проводится раз в 5 лет, а статистический анализ и цифровой мониторинг на постоянной основе. Что касается эксергетического анализа, то данный метод энергетического анализа не регламентирован, соответственно надо полагать, что не применяется в энергетических организациях.

Факторы, влияющие на энергоэффективность теплоэнергетических установок можно условно разделить на технические, эксплуатационные и внешние. Рассмотрим каждый из них подробно.

Техническими факторами являются износ оборудования, конструктивные особенности и управление. С течением времени оборудование подвергается физическому и функциональному износу, что приводит к снижению его КПД. Несоответствие установок и оборудования проектным схемам работы могут снижать КПД до 20%.

Кроме того, эффективность зависит не только от обеспечения и технического состояния установок, но и от оперативного управления и своевременного технического обслуживания, где главным фактором выступают люди. Квалифицированный персонал является основой нормального функционирования энергетической системы страны. Согласно исследованиям ошибки, допущенные персоналом при эксплуатации и регулировке параметров оборудования могут снижать его энергоэффективность на 5–10%.

На текущий момент отсутствуют унифицированные методики, которые регламентируют оценку энергоэффективности теплоэнергетических установок. Причиной тому является разрозненность нормативно-технической документации, существующие Правила, Методические указания, ГОСТы и СНиПы зачастую устарели и не охватывают современные международные методы оценки. Последствиями которых является невозможность корректного

сравнения энергоэффективности оборудования от разных производителей и сложности в проведении энергоаудитов и обосновании инвестиционных проектов по модернизации оборудования. Решением данной проблемы может послужить разработка унифицированных методических рекомендаций и стандартов на национальном уровне, а также адаптация международных стандартов с учетом международной специфики.

Теплопроизводящие и теплотранспортирующие организации при эксплуатации теплоэнергетических установок сталкиваются с рядом комплексных проблем, которые касаются как измерительных технологий, так и аналитических методик. Эффективное управление невозможно без постоянного мониторинга параметров работы оборудования. Однако на практике этот процесс имеет ряд ограничений: на многих предприятиях параметры оборудования фиксируются вручную, что увеличивает вероятность ошибок, разные производители оборудования используют несовместимые системы мониторинга. Последствия: несвоевременное выявление отклонений в работе оборудования и увеличение эксплуатационных затрат из-за отсутствия оперативного реагирования на сбои.

В целях повышения энергоэффективности теплоэнергетических установок необходим комплексный подход, включающий внедрение современных технологий, организационные меры и повышение квалификации персонала. Также одним из факторов повышения эффективности может послужить внедрение работы Искусственного Интеллекта (ИИ). ИИ в теплоэнергетике можно было бы использовать как для постоянного анализа работы установок и незамедлительного установления отклонения параметров и показателей топливно-энергетических ресурсов от расчетных, так и для компьютерного моделирования технологических процессов. Проведение сложных гидравлических и тепловых расчетов — это непростая задача, требующая учета множества факторов, таких как закон Бернулли, число Рейнольдса, Прандтля, Нуссельта, а также основные законы теплообмена (конвекция, теплопроводность, излучение), сложные переходные режимы, кавитацию и локальные потери, влияние турбулентности. Программы на основе ИИ, позволяющие моделировать технологические процессы и максимально точно производить расчеты КПД установок и потерь с учетом всех влияющих факторов решили бы значительную часть существующих проблем, возникающих при проектировании, реконструкции, ремонте и эксплуатации.

Если же брать во внимание эффективность традиционных циклов выработки тепловой энергии и современные когенерационные технологии, геотермальную энергетику, технологии использования низкикипящих рабочих тел в паротурбинных установках внедряемые передовыми странами в области энергетики, то для Казахстана с резко континентальным климатом и долгими, холодными зимами, по моему субъективному мнению остается актуальным выработка энергии посредством сжигания органического топлива.

Так как около 80% выработанной энергии Казахстана приходится на долю тепловых электростанции на органическом топливе, то в ближайшее

время даже с вводом в эксплуатацию нескольких атомных электростанций средней мощности решая проблемы дефицита электроэнергии, проблемы выработки тепловой энергии для нужд отопления жилых и промышленных зданий останутся на повестке дня. Но, в перспективе теплоэнергетики Казахстана обязаны быть готовыми к переходу к «Малым Модульным Реакторам» (ММР), работающие на уране и способные обеспечить как выработку электроэнергии, так и тепловую энергию для теплоэлектроцентралей мощностью до 300МВт. Во всем мире растет интерес к малым модульным реакторам ввиду их способности удовлетворить потребность заменить стареющие электростанции, работающие на органическом топливе. Они также обладают улучшенными показателями безопасности благодаря наличию внутренне присущих и пассивных средств безопасности, характеризуются более низкими начальными капитальными затратами и пригодны для когенерации и применений, связанных с производством тепловой и электрической энергии. Кроме того, они являются вариантами, пригодными для отдаленных регионов с менее развитой инфраструктурой и открывают возможности создания синергетических гибридных энергетических систем, сочетающих ядерные и альтернативные источники энергии, включая возобновляемые источники. Преимущества использования ММР на электростанциях Казахстана очевидны, в виде снижения углеродного следа что по способствует улучшению экологической обстановки в стране. Республика Казахстан обладая значительными запасами урана и развитой ядерной инфраструктурой, имеет потенциал для внедрения ММР на своих ТЭС. Это позволит модернизировать существующие энергетические мощности, обеспечить экологически чистое энергоснабжение, соответствующее современным мировым тенденциям в области энергетики. Кроме того, использование ММР по способствует диверсификации энергетического сектора и снижению зависимости от ископаемых видов топлива. На сегодняшний день по официальным данным МАГАТЭ в мире насчитывается примерно 50 проектов и концепций ММР. Большая их часть находится на различных стадиях разработки, и сообщается, что некоторые проекты будут реализованы в ближайшее время.

Анализируя все вышесказанное хотелось бы отметить, что в настоящее время и в перспективе чтобы решить проблему энергоэффективности установок и оборудования теплоэнергетики необходимо следующее:

1. Существенно переработать нормативно-техническую документацию и ужесточить требования технической и безопасной эксплуатации теплоэнергетических установок.

2. Разработать новые методики и правила проведения энергоаудитов и энергетического обследования технического состояния оборудования, установок, сетей, зданий и сооружений, а также необходимо усилить требования к экспертным организациям в области теплоэнергетики в части соответствия как материально-технической базы, так и квалифицированных экспертов, аудиторов.

3. Начать мероприятия по разработке ИИ для моделирования технологических процессов в энергетике, что позволило бы производить расчеты и визуализировать гидравлические, пневматические, тепловые расчеты для проектирования и модернизации энергоустановок.

4. Разработать и внедрить концепцию развития теплоэнергетики Казахстана на ближайшие 10 лет, с учетом возможного перехода на ММР.

5. Внедрить в программу подготовки будущих теплоэнергетиков Казахстана на базе высшего образования «Теоретические основы атомной энергетики» и «Устройство и эксплуатация ядерных реакторов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Республики Казахстан 541-IV от 13.01.2012 «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1200000541> (дата обращения: 01.02.2025).

2. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ). Малые модульные реакторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iaea.org/ru/temy/malye-modulnye-reaktory> (дата обращения: 15.02.2025).

3. СТ РК ГОСТ Р 51380-2008. Энергетическая эффективность теплоэнергетических установок. Общие требования и методы измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38052321 (дата обращения: 15.02.2025).

4. Приказ Министра энергетики Республики Казахстан №102 от 28.06.2017 «Об утверждении нормативных технических документов в области энергетики» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1700015045> (дата обращения: 15.02.2025).

5. ISO 50001:2018. Системы энергетического менеджмента – Требования с руководством по применению [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33978666 (дата обращения: 15.02.2025).

6. Иванов П.Н., Смирнов М.В. Проблемы и перспективы повышения энергоэффективности промышленных предприятий // Энергетика России. – 2022. – №5. – С. 45–52.

7. Международное энергетическое агентство (IEA). Анализ тенденций повышения энергоэффективности ТЭС. Доклад 2021 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edrij.ru/article/24-01-25> (дата обращения: 15.02.2025).

8. Беляев С.А. Автоматизация мониторинга теплоэнергетических процессов: технологии и перспективы // Промышленная энергетика. – 2023. – №2. – С. 25-70.

ӘӨЖ 620.9

Самат Ғ.А. (23-ЭЛК-1, ШҚТУ), Кунапьянова А.А. (аға оқытушы, ШҚТУ)

ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСЫНДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТІНІ ҚОЛДАНУ САЛАЛАРЫН ТАЛДАУ

***Аңдатпа.** Мақалада электроэнергетика саласына жасанды интеллект енгізу мүмкіндігі қарастырылады. Бұл ұлттық экономиканың тиімділігін арттырады. Жұмыста электр энергиясын өндіру, беру және тұтыну процестерінде нейрондық желілер мен жасанды интеллект элементтерін пайдалану принциптері берілген. Электр энергетикасында жасанды интеллектті пайдалану электрмен жабдықтаудағы үзілістерді азайтуға көмектесетіні анықталды.*

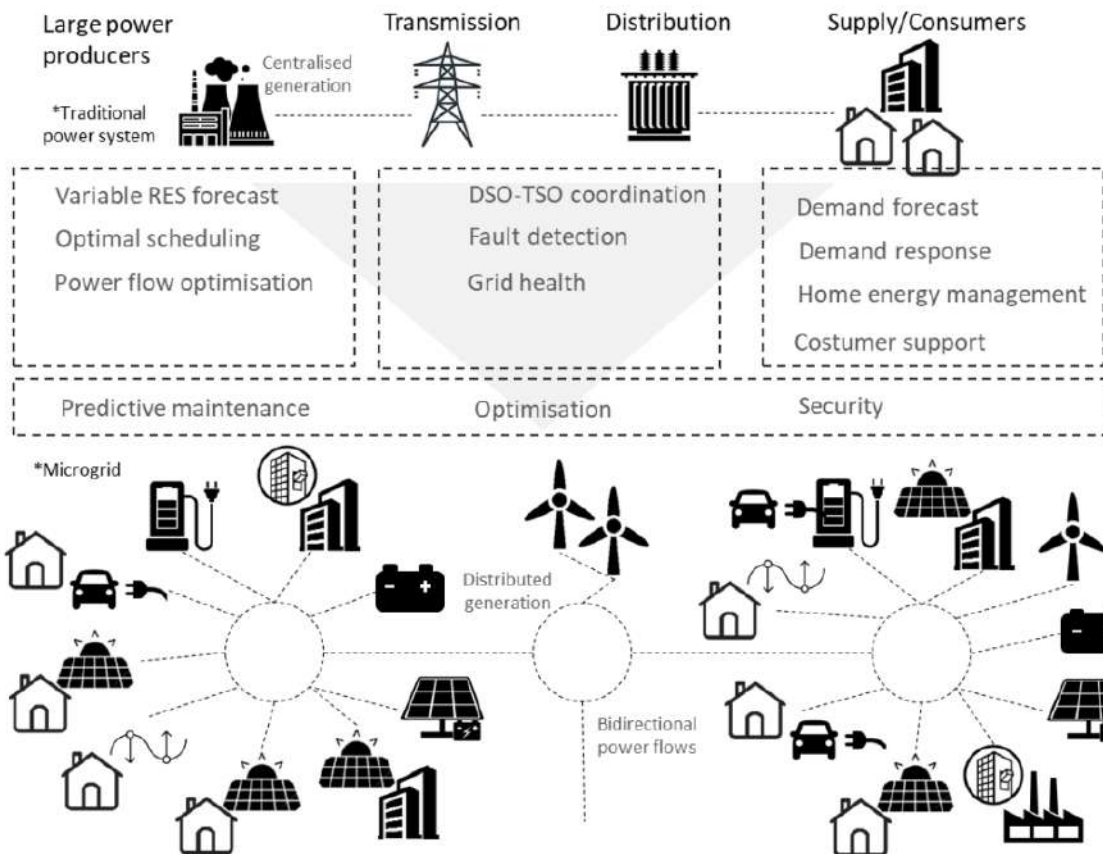
***Түйін сөздер:** Жасанды интеллект (ЖИ), энергетикалық жүйелер, ақылды желілер, Smart Grids, жаңартылатын энергия көздері.*

Қазіргі заманғы электр энергетикасы энергия тұтынудың өсуі, энергия өндіру мен таратудың тиімділігін арттыру қажеттілігі, сондай-ақ жаңартылатын энергия көздерін интеграциялау сияқты көптеген қиындықтарға тап болуда. Жасанды интеллект (ЖИ) бұл мәселелерді шешуде маңызды рөл атқарады, энергетикалық жүйелерді басқарудың инновациялық тәсілдерін ұсынады.

Жасанды интеллект (ЖИ) көмегімен энергия тұтыну мен өндіру үрдістерін болжау дәлірек әрі тиімді бола түседі. ЖИ үлкен деректер жиынтығын, соның ішінде тарихи тұтыну көрсеткіштерін, ауа райы жағдайларын, маусымдық өзгерістерді және экономикалық көрсеткіштерді талдай отырып, сұранысты алдын ала анықтайды. Бұл операторларға өндірісті жоспарлауға, энергия тапшылығын немесе артық өндірісті болдырмауға және желілердегі жүктемені оңтайландыруға мүмкіндік береді [1, Б.16].

Сонымен қатар, интеллектуалды болжау жүйелері жаңартылатын энергия көздерінің ауытқуын ескеріп, энергияны тиімді сақтау мен таратуды қамтамасыз етеді. ЖИ алгоритмдері үлкен көлемдегі деректерді талдай отырып, электр энергиясының тұтыну және өндіру деңгейін болжай алады. Бұл, әсіресе, күн және жел энергетикасы сияқты жаңартылатын энергия көздеріне қатысты, өйткені олардың өндірісі ауа райы жағдайларына тәуелді. Дәл болжам жасау арқылы энергетикалық жүйенің жұмысы оңтайландырылады, шығындар азайып, желінің тұрақтылығы артады.

Жасанды интеллект жаңартылатын энергияның кең ауқымды интеграциясын қалай қолдай алады? Артық күн немесе жел энергиясы төмен сұраныс кезінде сақталады және энергияға сұраныс жоғары болған кезде пайдаланылады. Нәтижесінде, AI метеорологиялық деректердің үлкен көлемін талдау және сол ақпаратты жел немесе күн энергиясын жинау, сақтау және тарату уақыты туралы болжау және шешім қабылдау үшін пайдалану арқылы күн және жел энергиясының сенімділігін арттыра алады. Екінші жағынан, жасанды интеллект желіні теңестіруге көмектесу үшін смарт желілерде де қолданылады.



Сурет 1 - Жасанды интеллект арқылы жаңа энергетикалық парадигма

AI үзіліссіз блоктарды жұтуға дейін және одан кейін торды талдайды және одан кептелісті азайтуға және жаңартылатын энергияны пайдалануды азайтуға көмектесу үшін үйренеді [2, Б.20].

Жаңартылатын энергия жүйесін оңтайландыру сұраныс пен ұсыныс арасындағы тепе-теңдікті қамтамасыз ету үшін жүйелі өзгерістерді қажет ететін күрделі операция болып табылады. Бұл нақты уақыттағы деректерді пайдалана отырып, энергия өндіруді және таратуды үнемі оңтайландыратын жасанды интеллект жүйелері жарқырап тұратын аймақ. Мысалы, жасанды интеллект күн сәулесінің бұрыштарының өзгеруіне жауап ретінде көлбеу мен бағдарды өзгерту арқылы күн панельдерінің жұмысын оңтайландыра алады. Жел турбиналары сонымен қатар ең аз механикалық тозу арқылы энергия өндіруді барынша арттыра отырып, басым жел жағдайларына дәл бапталуы мүмкін.

Оңтайландыру дәлдігінің бұл деңгейі энергия өндірудің жоғарылауына, жабдықтың қызмет ету мерзімінің ұзаруына және жалпы шығындардың тиімділігіне әкеледі. Жаңартылатын энергия көздерін қолданыстағы электр желілеріне үздіксіз интеграциялау тұрақты дамуға өтудің маңызды аспектісі болып табылады [3, Б.4].

Кесте 1 - Жаңартылатын энергия көздерін болжау және басқару

1	Энергия тұтыну мен өндіруді болжау	Жасанды интеллект (ЖИ) және үлкен деректер энергия тұтыну мен өндіруді болжауда қолданылады. Мысалы, БАӘ-де ЖИ, симуляция және смарт болжамды талдау арқылы шешім қабылдаушыларға энергия мен инфрақұрылымның болашағын болжауға мүмкіндік беретін жүйе енгізілді.
2	Энергетикалық жүйелердің жұмысын оңтайландыру	ЖИ алгоритмдері энергия шығынын азайтып, генерацияны сұранысқа сәйкес реттейді. IRENA мәліметінше, сандық технологиялар операциялық тиімділікті арттырып, энергия өндірушілер мен тұтынушылар үшін жаңа мүмкіндіктер ашады
3	Жабдықтарды болжамды техникалық қызмет көрсету	Сенсорлар мен ЖИ ақауларды алдын ала болжайды, бұл күтпеген істен шығуды азайтады. Kusiak, A. және басқалары (2011) жел турбиналарының техникалық қызмет көрсетуін болжау үшін деректерді талдау мен ЖИ қолдануды зерттеді.
4	Бөлінген энергия көздерін басқаруды автоматтандыру	Жел, күн, гидро және батарея жүйелерін тиімді басқару үшін ЖИ қолданылады. Colson, C.M. және басқалары (2011) бөлінген энергия ресурстарын басқаруда көп агентті жүйелер мен ЖИ қолдануды зерттеді.
5	Интеллектуалды желілер (Smart Grids)	Ақылды желілер энергия ағынын автоматты түрде реттейді, тиімділік пен тұрақтылықты арттырады. Fang, X. және басқалары (2012) интеллектуалды желілердің архитектурасы мен технологияларын зерттеп, олардың энергия тиімділігіне әсерін талдады.

Энергия тұтыну мен өндіруді болжау. Электр энергиясына сұраныс пен ұсыныстың болашақтағы көлемін алдын ала анықтау процесі. Бұл болжау энергетикалық жүйелердің тиімді жұмысын қамтамасыз ету үшін маңызды.

ЖИ технологиялары энергия тұтыну мен өндіруді болжауда кеңінен қолданылады. Мысалы, АҚШ-та ЖИ негізіндегі жүйелер электр жүктемесін болжауда қолданылады. Еуропа елдерінде де осындай жүйелер енгізілуде. Бұл жүйелер нақты уақыттағы деректерді талдап, дәл болжаулар жасауға мүмкіндік береді.

Энергетикалық жүйелердің жұмысын оңтайландыру. Энергетикалық жүйелердің тиімділігін арттыру үшін ЖИ нақты уақыт режимінде желілердегі сұраныс пен ұсынысты бақылайды және реттейді. ЖИ технологиялары үлкен

көлемдегі деректерді өңдей отырып, жүктеме өзгерістерін болжайды және желіге түсетін қысымды азайту үшін генерация мен тұтынуды автоматты түрде реттейді. Бұл жүйелер тұрақтылықты сақтауға және апаттық жағдайлардың алдын алуға көмектеседі. ЖИ энергия жүйелерін интеллектуалды басқару үшін қолданылады, бұл сұраныс пен ұсыныс арасындағы теңгерімді нақты уақыт режимінде қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Машиналық оқыту алгоритмдері датчиктерден алынған деректерді талдап, аномалияларды анықтап, энергия тасымалдау кезіндегі шығындарды азайту жолдарын ұсынады.

Жабдықтарды болжамды техникалық қызмет көрсету. ЖИ энергетикалық жабдықтың жұмысында ақаулардың алдын алуға көмектеседі. Ол сенсорлар мен басқа да дереккөздерден алынған үлкен көлемдегі ақпаратты талдап, ықтимал ақауларды ертерек анықтайды. Бұл әдіс жоспардан тыс жөндеу жұмыстарын болдырмауға және күтпеген үзілістерді азайтуға мүмкіндік береді.

ЖИ технологиялары жабдықтың тозу деңгейін болжау, температура, қысым, кернеу сияқты жұмыс көрсеткіштерін бақылау арқылы алдын ала қызмет көрсетуді оңтайландырады. Осылайша, энергетикалық компаниялар техникалық қызмет көрсету жұмыстарын нақты қажеттілікке негіздей отырып жүргізе алады, бұл жөндеу шығындарын азайтып, жабдықтың қызмет ету мерзімін ұзартады.

Бөлінген энергия көздерін басқаруды автоматтандыру. Бөлінген энергия көздерін тиімді басқару – заманауи энергетикалық жүйелердің негізгі міндеттерінің бірі. ЖИ технологиялары микрожелілердің жұмысын реттеп, күн және жел генераторлары, аккумуляторлық жүйелер мен басқа да энергия көздері арасындағы жүктемені оңтайландырады. Бұл электрмен жабдықтаудың тұрақтылығын қамтамасыз етіп, жүйенің сенімділігін арттырады.

ЖИ алгоритмдері әртүрлі энергия көздерінен алынған деректерді талдай отырып, олардың өндіріс деңгейін нақты уақыт режимінде болжайды. Бұл деректер ауа райы болжамдарымен, тұтыну үлгілерімен және желідегі жүктеме жағдайымен біріктіріліп, автоматтандырылған басқару шешімдерін қабылдауға мүмкіндік береді. Нәтижесінде, энергия артық өндірілген кезде оны сақтау немесе қайта бөлу, ал тапшылық туындаған жағдайда резервтік қуат көздерін қосу секілді қадамдар жүзеге асырылады.

Мұндай шешімнің мысалы "F5 PMM "өнеркәсіптік кәсіпорындар активтерінің техникалық жай-күйін мониторингілеу мен болжаудың зияткерлік жүйесі". Бұл жүйе жабдықтың көптеген параметрлерін бақылау арқылы олардың ауытқу динамикасы мен мерзімдерін болжауға мүмкіндік береді авариялық оқиғалардың басталуы [5, Б.306].

Интеллектуалды желілер (Smart Grids). ЖИ интеллектуалды энергия желілерін бақылау және басқару үшін қолданылады, бұл олардың сенімділігі мен қауіпсіздігін арттырады. Smart Grids желідегі өзгерістерге жедел әрекет етіп, электр энергиясының ағынын қайта таратуға және артық жүктемелердің алдын алуға мүмкіндік береді.

Интеллектуалды желілерде ЖИ тұтыну мен өндіріс көлемін нақты уақыт режимінде қадағалап, электрмен жабдықтау сенімділігін арттырады. Олардың

көмегімен энергия жүйелерінің икемділігі күшейіп, электр энергиясын тиімді таратудың автоматтандырылған шешімдері әзірленеді. Сонымен қатар, ЖИ арқылы Smart Grids жүйелерінде киберқауіпсіздік шаралары жетілдіріліп, ықтимал шабуылдар мен желідегі ақаулар дер кезінде анықталады [4, Б.176].

Қорыта келетін болсақ, электр энергетикасында жасанды интеллектіні пайдалану тиімділікті, тұрақтылықты және сенімділікті арттырудың жаңа мүмкіндіктерін ашады. ЖИ енгізу тек шығындарды азайтуға және электрмен жабдықтау сапасын арттыруға ғана емес, сонымен қатар жасыл энергетиканы дамытуға және болашақтың ақылды энергетикалық жүйелеріне көшуге белсенді ықпал етеді.

Жасанды интеллект көмегімен энергия жүйелерін басқару автоматтандырылып, желілердің жүктемесін оңтайландыру және апаттық жағдайлардың алдын алу мүмкіндігі артады. Сонымен қатар, ЖИ жаңа энергия көздерін тиімді интеграциялауға мүмкіндік береді, бұл экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады.

Алдағы жылдары жасанды интеллектінің дамуы мен кеңінен қолданылуы энергия жүйелерінің сенімділігі мен тиімділігін одан әрі арттырып, жаңа технологиялардың енгізілуіне жол ашады. Осылайша, ЖИ негізіндегі инновациялар жаһандық энергетикалық сектордың тұрақты дамуына және көміртегі шығарындыларын азайтуға септігін тигізеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Franki V., Majnarić D., Višković A. A comprehensive review of artificial intelligence (AI) companies in the power sector //Energies. – 2023. – Т. 16. – №. 3. – С. 1077.

2. Makala B. et al. Artificial intelligence in the power sector //International Finance Corporation: Washington, DC, USA. – 2020.

3. Onwusinkwue, Shedrack & Osasona, Femi & Ahmad, Islam & Anyanwu, Anthony & Dawodu, Samuel & Obi, Ogugua & Hamdan, Ahmad. (2024). Artificial intelligence (AI) in renewable energy: A review of predictive maintenance and energy optimization. World Journal of Advanced Research and Reviews. 21. 2487-2799. 10.30574/wjarr.2024.21.1.0347.

4. 2022, International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET) <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.47187>

5. Ляндау Ю. В., Темирбулатов А. У. Обзор применения технологий искусственного интеллекта в электроэнергетической отрасли // Инновации и инвестиции. 2023. №8.

УДК 621.311

Слэмғалиева А.Р. (23-МЭЛ-2, ШҚТУ), Прохоренкова Н.В. (PhD, ШҚТУ)

СЕНІМДІЛІК САНАТЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДА ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАРДЫ ТАЛДАУ

***Аңдатпа.** Бұл мақалада электр қабылдағыштардың сенімділік санаттарын ескере отырып, өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтауға қойылатын талаптар қарастырылады. Бұл мақаланың мақсаты сенімділік санаттарын ескере отырып, өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтауға қойылатын талаптарды талдау болып табылады. Мақалада нормативтік талаптар, сенімділік санаттарына арналған электрмен жабдықтау жүйелерінің негізгі сипаттамалары, сондай-ақ олардың сенімділігін қамтамасыз ету әдістері қарастырылады. Олардың ішінде нақты: -өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау сенімділігі санаттары бойынша жіктеу; -сенімділік санатына байланысты электрмен жабдықтауға қойылатын негізгі талаптар; -өнеркәсіптік объектілерде электрмен жабдықтау сенімділігін арттыру әдістері. Сенімділік пен энергия тиімділігіне баса назар аудара отырып, электрмен жабдықтау жүйелерін жобалау және пайдалану бойынша ұсыныстар беріледі.*

***Түйін сөздер:** өнеркәсіптік кәсіпорын, үздіксіз қуат беру жүйесі, резервтік қоректендіру, сенімділік санаттары, жүктеме коэффициенті, қосалқы станция, басқару жүйелері.*

Өнеркәсіптік кәсіпорындардың электрмен жабдықтау жүйелері үнемділікті, сенімділікті, қауіпсіздікті және пайдаланудың ыңғайлылығын, электр энергиясының жоғары сапасын, жүйені одан әрі дамыту үшін икемділікті, тұтынушылардың қуат көздері мен электр қондырғылары арасындағы қашықтықты барынша азайтуды, сондай-ақ құрылыс-монтаждау жұмыстарын орындаудың жеделдігін қамтамасыз етуге тиіс. Бұл жағдайда кәсіпорындарды пайдалану және электр энергиясын тұтыну шығындарын төмендететін шешімдерге толық көңіл бөлінуі қажет.

Сонымен қатар, кейбір кәсіпорындардағы электр құрылғыларын электрмен жабдықтауға ерекше талаптар қойылады:

- кенеттен ауыспалы циклдік қайталанатын соққы жүктемесі бар электр қабылдағыштар;
- электрмен жабдықтау жүйесінің барлық режимдерінде үздіксіз қоректендіруді талап ететін электр қабылдағыштар;
- ластанған ортасы бар аймақтарда орналасқан электр қондырғылары.

Өнеркәсіптік кәсіпорындарында электрмен жабдықтау жүйесін жобалау кезінде электр қондырғыларын орнату ережелерінің талаптарына сәйкес электр қабылдағыштарының сенімділік санаттарын ескеру қажет.

Электрмен жабдықтаудың сенімділі резервтеу дәрежесімен қамтамасыз етіледі. Резервтеу апаттан кейінгі жағдайларда негізгі өндірістің үздіксіз жұмыс істеуі үшін қажет.

Электрмен жабдықтау схемасын таңдай тұтынушылардың қуаты мен сенімділік санатымен анықталады. Бірінші санаттағы электр қабылдағыштар екі тәуелсіз өзара резервтелген көздерден қуат алуы керек. Екінші санат үшін резервтеу ұсынылады, бірақ ол тек жабдыққа негізделеді. Үшінші санаттағы электр қабылдағыштар, электр қондырғыларын орнату ережелеріне сәйкес резервтік қуат көзін қажет етпейді.

Трансформаторлық және тарату қосалқы станцияларын оңтайлы орналастыру электрмен жабдықтау тиімділігінде шешуші рөл атқарады. Бұған қоректендіру және тарату желілерінің жоғары кернеулерін пайдалану, қосалқы станцияларды кеңейту және магистральдық ток өткізгіштерді қолдану арқылы қол жеткізуге болады.

Трансформаторлар саны бойынша барлық қосалқы станциялар бір трансформаторлы, екі трансформаторлы және үш трансформаторлы болып бөлінеді. Бір трансформаторлы қосалқы станциялар III санаттағы тұтынушылар, сондай-ақ трансформаторларды ауыстып қосу уақыты белгіленген, қуат үзілісіне мүмкіндік беретін II санаттағы қабылдағыштардың бөліктерін қуаттандыру үшін қолданылады. Қуат резервін қажет ететін электрмен жабдықтаудың сенімділігі бойынша I және II санаттағы электр қабылдағыштар үшін, әдетте, екі трансформаторлық қосалқы станциялар орнатылады. [1, б.5]

Егер қуаттың негізінен I санаттағы тұтынушылар алса, онда қосалқы станцияның төменгі кернеу жағында трансформаторлардың бірін авариялық ажырату кезінде іске қосылатын автоматты резервті қосу құрылғысы көзделеді.

II санаттағы тұтынушыларды авариялық режимде қоректендіру кезінде резервті қолмен қосуға жол беріледі. Екі трансформаторлық қосалқы станциялар жалпы зауыттық мақсаттағы жеке объектілерде – компрессорлық, сорғы станцияларын қуаттандыру үшін қолданылады. [1, б.12]

Жобалық тәжірибеде I санаттағы тұтынушылар басым болған кезде екі трансформаторлық цехтық қосалқы станциялар үшін трансформаторлардың жүктеме коэффициенті 0,6-0,7 шегінде қолданылады. Бір трансформаторлық қосалқы станциялар үшін қайталама кернеудегі басқа қосалқы станциялар бойынша өзара резервтеу болған кезде трансформаторлардың қуаты резервтеу дәрежесін ескере отырып таңдалады. Цех трансформаторларының жүктеме коэффициенті: II санаттағы тұтынушылар басым болған кезде 0,7-0,8, ал III санаттағы тұтынушылар кезінде 1 мәнінде қабылдану мүмкін. [2, б.66]

Электр қабылдағыштардың ерекше тобы үшін үшінші тәуелсіз қуат көзі ретінде және I санаттағы қалған электр қабылдағыштар үшін екінші тәуелсіз қуат көзі ретінде жергілікті электр станциялары, энергия жүйелерінің электр станциялары, атап айтқанда, генераторлық кернеу шиналары, үздіксіз қоректендірудің арнайы агрегаттары, аккумуляторлық батареялар және тағы да басқа мүмкіндіктер пайдалануы мүмкін.

Жұмыс режимін қалпына келтіруге ұзақ уақытты қажет ететін аса күрделі үздіксіз технологиялық процесі бар I санаттағы электр қабылдағыштарды электрмен жабдықтауды техникалық-экономикалық негіздемелер болған кезде

технологиялық процестің ерекшеліктерімен айқындалатын қосымша талаптар қойылатын екі тәуелсіз өзара резервтік қоректендіру көздерінен жүзеге асыру ұсынылады. [2, б.33]

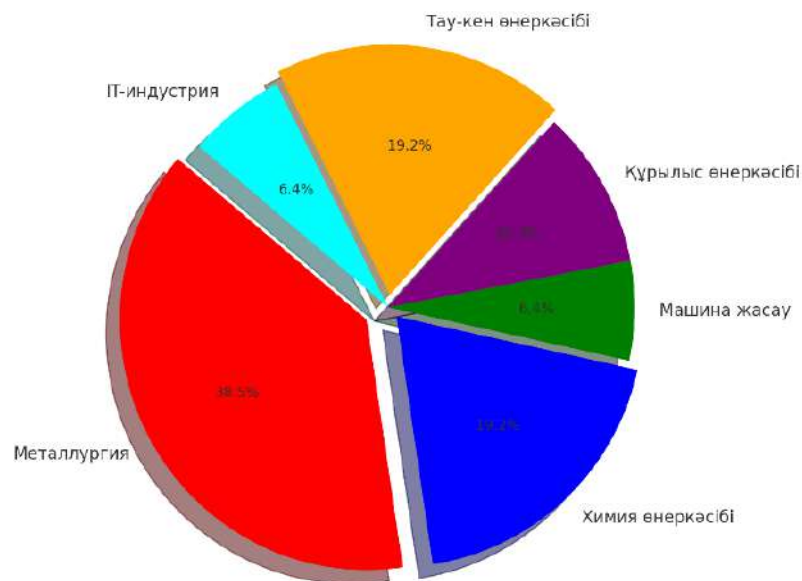
Егер электрмен жабдықтауды резервтеу технологиялық процестің қажетті үздіксіздігін қамтамасыз ете алмаса немесе электрмен жабдықтауды резервтеу экономикалық тұрғыдан мүмкін болмаса, өзара резервтейтін технологиялық агрегаттарды, электрмен жабдықтау бұзылған кезде әрекет ететін технологиялық процесті авариясыз тоқтатудың арнайы құрылғыларын орнату арқылы жүзеге асырылуы тиіс.

Үздіксіз қуат беру жүйесінің арқасында тұрақты қорек көзін уақытша құрақ көзін ауыстыруға болады және осылайша қорек көзінің үзілуіне жол берілмейді. Әрбір кәсіпорын өндірісте болып жатқан әртүрлі жағдайларға тікелей байланысты өзінің материалдық шығындарын азайтуға тырысады. Мысалы, апат жоғары вольтты импульстік кедергілер, қуат желісінің кернеуінің жоғарлауы кезінде негізгі қуат көзінің ажырауы және резервтік қуат көзінің қосылуы жүзеге асады. Сондай-ақ, бұл жиілік және басқа параметрлерді реттеу жұмыстарын жүргізе алады. [3,б.22]

Құрылғыны дұрыс жабдықтау және қуат көзімен тиімді жабдықтаудың жүйесін алу үшін энергия құрылымын талдау, желі параметрлерін дәл өлшеу қажет. Бұл жағдайда құрылғының жұмыс принципін білу жеткіліксіз. Жүктеме түрі мен ерекшеліктері, қуат сипаттамалары, резервтік жабдықтар, желідегі гармониканың бұрмалану дәрежесі маңызды рөл атқарады:

- үздіксіз қуат беру жүйесінің қуатты құрылғының қуатынан 20-30% қуатты болуы қажет;
- автономия режимі анықталу керек, яғни қажетті мәндерге жету үшін батареялардың саны мен сыйымдылығын анықтау керек;
- шығу фазаларының саны, бұл параметр тандалған жабдыққа байланысты.

Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау тұрақты жұмыс істеудің маңызды факторы болып табылады. Қуат көзімен жабдықтау сенімділігі өндірістің тиімділігін, технологиялық процестердің қауіпсіздігін және экономикалық шығындардың алдын алу барысында маңызды рөл атқарады. [4,б.16] Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау, әсіресе энергияны көп қажет ететін салаларда жоғары сенімділікті қажет етеді. Металлургия, химия және тау-кен өнеркәсібі үшін резервтік қуат көздері қарастырылған, өйткені олардың жұмысындағы ақаулар апатты салдарға алып келуі мүмкін. Өндірісті цифрландыру және автоматтандыру жағдайында энергия шығынын азайтуға жедел жауап беруге мүмкіндік беретін энергияны басқарудың интеллектуалы жүйелері маңызды рөл атқарады. Осылайша, өнеркәсіптің электрмен жабдықтау жүйелерін дамыту кәсіпорындардың тұрақты жұмысын және олардың әлемдік нарықтағы бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етеуі энергия тиімділігі және сенімділігіне негізделеді. Өндірістік кәсіпорындардағы электр энергиясын тұтыну мөлшері 1-сурет көрсетілген. [4, б.17]



Сурет 1-Салалар бойынша электр энергиясын тұтыну мөлшері

Металлургиялық зауыттар металды балқыту, құю процестерімен байланысты электр энергиясына жоғары қажеттілікпен сипатталады. Тұтынудың орташа деңгейі бір кәсіпорынға 500-3000 МВт-қа дейін, электр қондырғыларын орнату ережесіне сәйкес металлургия өнеркәсібі кәсіпорындары сенімділіктің I санатына, ал аса ірі өндірістер I санаттың ерекше тобына жатады. [5,6.11] Металлургия өнеркәсібіндегі электр энергиясының ең үлкен үлесін электрометаллургиялық зауыттар, түсті металдар өндірісі, шойын құю зауыттары тұтынады.

Химия және мұнай-химия салалары электр энергиясының едәуір мөлшерін тұтынады- бір кәсіпорынға 100-1500 МВт-қа дейін. [5,6.9] Бұл жоғары температуралық процестерге, қысымды бақылау қажеттілігіне және химиялық реакцияларға байланысты. Өндірістік процестерді тоқтату улы заттардың шығарылуына, жарылыстарға және басқа да төтенше жағдайларға әкелуі мүмкін. Реакторлардағы температура мен қысымды ұстап тұру, сутегі, хлор және басқа химиялық қосылыстар алу үшін қолданылатын электролиз процестері, қуатты компрессорларды, сорғыларды пайдалану үшін сенімділіктің ең жоғары деңгейін талап етеді.

Машина жасау зауыттары 50-500 МВт-қа дейін қуат көзін тұтынады. Электр энергиясының көп бөлігін станоктардың, роботтардың және басқару жүйелерінің жұмсалады. Сенімділік санаттары I-II дәрежеде электр энергиясымен қамтамасыз етілуі тиіс. Энергияны тұтынудың негізгі факторлары: жоғары қуатты лазерлік және плазмалық станоктар, дәнекерлеу және престоу қондырғылары болып табылады. [5,6.12]

Цемент және құрылыс зауыттары 100-800 МВт тұтынады. Электр энергиясының көп бөлігі ұстақыштардың, айнымалы пештердің және жылыту қондырғыларының жұмысына жұмсалады. Цемент зауыттары тәулік бойы жұмыс істейді және пештерді тоқтату ішінде цементтің қатаюына әкелуі

мүмкін. Сондықтан цемент және құрылыс зауыттары I-II сенімділік санаттарында қамтамасыз етілуі тиіс. 1 тонна цемент өндіру 100 кВт·сағат электр энергиясы қажет. Құрылыс индустриясы әлемдегі барлық өндірілетін электр энергиясының 7%-ын тұтынады.

Өндіруші өнеркәсіпте электр энергиясының ең ірі тұтынушылардың бірі болып табылатын тау-кен және мұнай-газ секторы кіреді. Өндіруші өнеркәсіп бір кәсіпорынға 200-1500 МВт-қа дейін электр энергиясын тұтынады. Жоғары қуатты тұтынудың негізгі факторы ретінде, экскаваторлардың, комбайндардың, бұрғылау қондырғыларының жұмысы, шахталардағы желдету жүйелері, Сорғы станцияларының жұмысы; Жарықтандыру және қауіпсіздік жүйелері – шахталар үнемі авариялық жарықтандыруды және газ анализаторларының жұмысын қажет етеді. Өндіруші кәсіпорындар сенімділіктің I санатына жатады, қазіргі заманғы электр жетекті карьерлік самосвалдың қуаты 5000 кВт, бұл оларды шағын электр станцияларымен салыстыруға мүмкіндік береді. Теңіздегі бір мұнай өндіру платформасы 100 МВт-қа дейін электр қуатын тұтынуы мүмкін.

Қорытындылай келе, өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау оларды үздіксіз жұмысында, тиімділігі мен қауіпсіздігінде шешуші рөл атқарады. Металлургия, химия, мұнай-газ және құрылыс салалары үздіксіз энергиямен жабдықтауды қажет етеді, өйткені электр қуатының үзілуі үлкен технологиялық бұзылуларға, апаттарға және айтарлықтай экономикалық шығындарға әкелуі мүмкін. Машина жасау, автомобиль жасау және электроника өнеркәсібі де энергиямен жабдықтаудың сенімділігіне тәуелді, өйткені олардың автоматтандырылған өндірістік желілері кернеудің төмендеуіне сезімтал. Цифрлық мониторинг жүйелерін, энергияны басқаруды автоматтандыруды және жаңартылған энергия көздерін енгізуді қоса алғанда, заманауи технологиялар электр энергиясымен жабдықтаудың сенімділігі мен тиімділігін арттыру үшін жаңа мүмкіндіктер ашады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1.Смирнов А.Г., Шалыгин А.А., Годгельф Л.Б. Проектирование электроснабжение промышленных предприятий. Нормы технологического проектирования- 1-я редакция // ВНИПИ Тяжпромэлектропроект – 1994-31 с.
- 2.Ершов А.М. Электроснабжение промышленных предприятий и городов.-// издательский центр ЮУрГУ, -2021-101 с.
- 3.Гуревич Ю.Е. Особенности электроснабжения, ориентированного на бесперебойную работу промышленного потребителя // Элекс-КМ-2005-407 с.
- 4.Обухов С.Г., Кабышев А.В., Даценко В.А., Волков Н.Г. Электроснабжение промышленных предприятий // ТПУ-2003-94 с.
- 5.Ермилов А.А., Соколов Б.А. Электроснабжение промышленных предприятий // Энергоатомиздат, 4-е издание- 1986-144 с.

ӘӨЖ 620.91

Тинибаев А. Б. (23-ЭЛК-1, ШҚТУ), Кунапьянова А.А. (аға оқытушы, ШҚТУ)

ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ МИКРОГЕНЕРАЦИЯЛАРЫ

***Аңдатпа.** Бұл мақалада біз микрогенерацияның негізгі технологияларын, олардың артықшылықтары мен даму перспективаларын қарастырамыз, сондай-ақ бұл тренд таяу жылдары энергетикалық ландшафты қалай өзгерте алатынын талдаймыз. Қазақстандағы даму перспективаларына баға беріледі. Жаңартылатын энергия көздерін пайдалану арқылы энергия тәуелсіздігін арттыру, қоршаған ортаға әсерін азайту және экономикалық пайда алу мүмкіндіктері зерттеледі.*

***Түйін сөздер:** микрогенерация, шағын генерация, жаңартылатын энергия көздері, күн энергиясы, жел энергиясы, энергия тиімділігі, тұрақты даму.*

Энергияның микрогенерациясы - бұл электр энергиясының немесе жылудың аз көлемін тікелей тұтыну орнында, мысалы, жеке үйлерде, офистерде, шағын кәсіпорындарда немесе тіпті ауыл шаруашылығы объектілерінде өндіру процесі.

Микрогенерацияның негізгі мақсаты - орталықтандырылған энергия жүйелеріне тәуелділікті азайту, электр энергиясы мен жылу шығындарын қысқарту, сондай-ақ жаңартылатын энергия көздерін пайдалану есебінен қоршаған ортаға әсерді азайту.

Кесте 1 - Микрогенерацияның негізгі технологиялары

Күн панельдері (фотозлектрлік жүйелер)	Күн энергиясын электр энергиясына айналдырады
Шағын жел генераторлары	Электр энергиясын өндіру үшін жел энергиясын пайдаланады
МикроГЭС	шағын гидроэлектрстанциялары
Жылу сорғылары	Ауадан, судан немесе топырақтан жылу алады
Биогаз қондырғылары	Органикалық қалдықтарды электр энергиясы мен жылу өндіру үшін пайдалануға болатын газға өңдейді
Микро-ЖЭО (когенерациялық қондырғылар)	Отынды пайдалану тиімділігін арттыра отырып, электр энергиясы мен жылуды бір мезгілде шығарады

Микрогенерация үй шаруашылықтары мен кәсіпорындарға энергия шығындарын азайтып қана қоймай, егер бұл заңнамада көзделген болса, электр энергиясының артығын желіге сатуға да мүмкіндік береді.

Энергияға сұраныстың өсуі және көмірқышқыл газының шығарындыларын қысқарту қажеттілігі жағдайында энергияның микрогенерациясы барған сайын өзекті шешімге айналуда. Бұл тәсіл электр энергиясы мен жылуды шағын көлемде, көбінесе тікелей тұтыну орнында -

үйлерде, офистерде немесе шағын кәсіпорындарда өндіруді болжайды. Күн панелдері, жел генераторлары және биогаз қондырғылары сияқты жаңартылатын энергия көздерін пайдалану орталықтандырылған энергия жүйелеріне тәуелділікті азайтуға, электр энергиясына жұмсалатын шығындарды азайтуға және экологиялық тұрақтылықты арттыруға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта әлем елдерінің 80% -ға жуығы нақты мерзімге көміртегі бейтараптығына қол жеткізу жөніндегі міндеттемелерді өзіне алды. Әлемдегі CO₂ шығарындыларының маңызды көздерінің бірі тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық саласы болып табылады. 2020 жылы ғимараттар мен құрылыстарды пайдалану энергия ресурстарына әлемдік сұраныстың шамамен 30% -ын құрады, ал ғимараттар мен құрылыстарды пайдаланудан шыққан шығарындылар энергетикаға байланысты жалпы әлемдік CO₂ шығарындыларының шамамен 28% -ын құрады. Энергия тиімділігін және энергия үнемдеуді арттырумен қатар ғимараттар мен құрылыстардың көміртегі ізін төмендетудің пәрменді құралы энергиямен жабдықтауды жаңартылатын энергия көздері (ЖЭК) негізінде микрогенерация объектілеріне көшіру болып табылады [1, Б. 236].

Бұдан басқа, табиғи газбен және мұнаймен салыстырғанда көміртегінің жоғары болуына байланысты электр энергиясын алу үшін көмірді пайдалану қоршаған ортаға айтарлықтай зиян келтіреді. Халықаралық энергетикалық агенттіктің деректері бойынша 2019 жылы көмірді пайдалануға CO₂ шығарындыларының шамамен 42% -ы тиесілі болған, ал бұл секторға әлемде алынған электр энергиясының тек 23% -ы ғана тиесілі. Мұнайды пайдалану CO₂ шығарындыларының 34% -ын және электрмен жабдықтау көлемінің 31% -ын құрады. Табиғи газды пайдалануға CO₂ шығарындыларының 22% және электрмен жабдықтау көлемінің 27% (IEA, 2021) тиесілі болды. 2019 жылы қалған генерация ядролық және дәстүрлі емес энергия көздерін, оның ішінде гидроэлектроэнергияны, биомассаны, жел мен күнді қоса алғанда, қазбалы емес отын көздерінен келіп түсті [2, Б. 160].

Әлемдік тәжірибе ЖЭК базасында микрогенерацияны дамыту негізінен екі негізгі міндетті шешуге бағытталғанын айғақтайды: қоршаған ортаға теріс әсерді азайту және оң экономикалық әсерлерді алу.

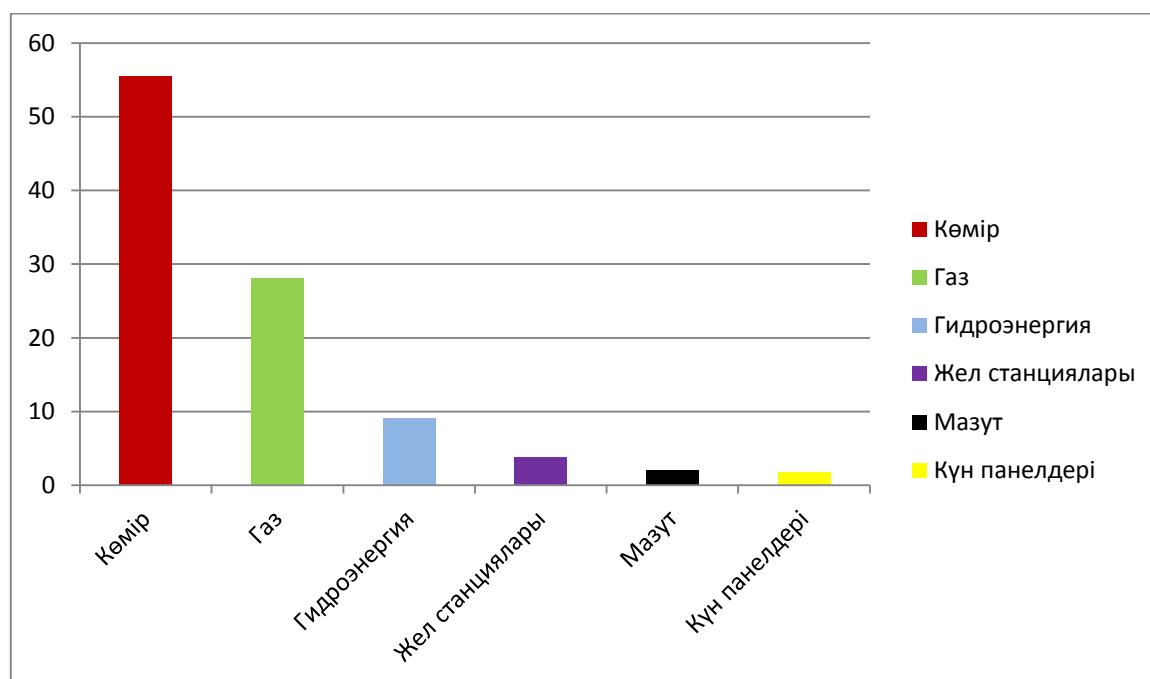
Микро желі (МГК) - бұл өз бетінше жұмыс істеуге қабілетті немесе негізгі электр желісіне қосылған, жаңартылатын энергия көздерінің (ЖЭК) және энергияны сақтау жүйелерінің (ЭСЖ) көмегімен электр энергиясын өндіруге арналған жеткілікті жүйе. Микро желілерді пайдалану көбінесе таратылған, орталықтандырылмаған, аудандық немесе кіріктірілген генерация деп аталады. Микро желілер ЖЭК-тің өзгермелілігі мен белгісіздігін жою үшін таңдаулы шешімге айналды, электр энергиясының өшірілу қаупін едәуір төмендетеді және жалпы электрмен жабдықтау сенімділігін арттырады.

Энергияны микрогенерациялаудың кемшіліктеріне келетін болсақ, ол бастапқы құнының жоғарылығы. Микрогенерациялар ауа- райына тікелей тәуелді. Сонымен қатар, энергияны сақтайтын, жинақтайтын жүйенің керек

болуы. Өндіріс қуатының салыстырмалы түрде жоғары болмауы және энерго жүйеге қосылу қиындықтары.

Таяу жылдары кейбір елдер жаңартылатын энергия көздерін 100 пайыз пайдалануға қол жеткізді. 139 елде жел энергетикасы, гидроэнергетика және күн энергетикасы саласындағы әлеуетін пайдалана отырып, жаңартылатын энергия көздеріне толығымен көшуге болады. Бұдан басқа, көптеген елдер, оның ішінде Бангладеш, Барбадос, Камбоджа, Колумбия, Гана, Моңғолия, Вьетнам және Гавайи 2045 немесе 2050 жылға қарай жаңартылатын энергия көздерін ғана пайдалануға ниетті.

Біздің елге келетін болсақ Қазақстан 2024 жылы өзін электр энергиясымен қалай қамтамасыз етеді. Ел дәстүрлі ресурстарға сүйенуді жалғастыруда, бірақ жаңартылатын көздер біртіндеп қарқын алып келеді.



Сурет 1 - 2024 ж бойынша Қазақстандағы энергияны өндіру ресурстары

Жоғарыдағы диаграммада 2024 жылы Қазақстан энергияны өндіру ресурстарын көреміз. Энергияның 55,5%- ы көмірдің көмегімен өндірілгенін байқаймыз. Ал жасыл энергетика көмегімен өндірілген энергияның жалпы үлесі бүкіл өндірістің тек 14,6%- ы [3, Б. 1].

Энергияны микрогенерациялаудың Қазақстанда қолдану перспективасы туралы айтатын болсақ, бұл туралы 2022 жылы Мәжіліс депутаты Дүйсенбай Тұрғанов айта кеткен еді. Ол Қазақстан азаматтарына микрогенерацияларды пайдаланудың оңтайлы жақтарын айтқан еді. Мысалы, энергетикалық тәуелсіздік. Ал енді облыстар бойынша перспективаларын қарастыратын болсақ гидроэнергетиканы ШҚО, Алматы, Жамбыл облыстарында дамытуға болса, күн энергетикасын Оңтүстік Қазақстан аумағында, жел энергетикасын басым жағдайда Батыс Қазақстанда, сонымен қатар Жарма ауданында дамытуға болады. Әрқайсысына нақтырақ мысал келтірсек, Жарма ауданы,

Жанғызтөбе ауылы маңында жел электр станциясы жұмыс істеуде. Қуаты 30МВт болатын ЖЭС 2021жылы іске қосылды. Ақтоғай ауылында да 2022 жылдан бері қуаты 100МВт болатын Абай-1 ЖЭС іске қосылған болатын. Күн электр станциялары көбінесе еліміздің Оңтүстік өнірінде салынған. Мысалы қуаты 100МВт болатын Бурное КЭС Жамбыл облысында орналасқан. Гидроэлектростанциялар басым көпшілігі Шығыс Қазақстанда орналасқан. Энергияны микрогенерациялауды қарастыратын болсақ, шағын ЖЭС еліміздің жел үнемі соғатын өңірлерінде қарапайым азаматтар пайдалана алады. Мысалы, ең шағын жел генераторлары шамамен 20-300Вт энергия өндіре алады. Бір үйдің энергетикалық қажеттілігін толық қамту үшін осындай шағын генераторлардан 8-10 данасы қажет. ЖЭС-н онату үшін желдің орташа жылдамдығы кем дегенде 3-5м/с болуы қажет. Осы қағиданы ескеретін болсақ Қазақстанның жел ресурсы өте жоғары деңгейде екендігін көруге болады.

Кесте 2 - Қазақстан Республикасының өңірлеріндегі желдің орташа жылдамдығы [4]

Метеостанцияның орны	Желдің орташа жылдық жылдамдығы (10 м биіктікте)	Желдің орташа жылдамдығы (м / с)				Желдің максималды жылдамдығы (м / с)
		Қыс	Көктем	Жаз	Күз	
Атбасар	4,4	4,5	5,0	4,1	4,2	32
Ерейментау	4,9	5,9	5,3	3,7	4,9	34
Кокшетау	3,9	3,9	4,4	3,4	4,0	33
Кызылжар (Хобдинский р-н)	4,2	4,1	4,6	3,7	4,4	29
Акай (Алгинский район)	4,2	4,6	4,8	3,5	3,9	28
Шелек	4,4	4,4	4,9	4,1	4,4	31
Ганюшкино	4,3	4,6	4,7	3,8	3,9	23
Жангизтөбе (Жарминский район)	4,0	5,9	3,9	2,5	3,6	40
Семиарка (Бескарагайский район)	3,2	2,9	3,4	3,1	3,1	28
Балхаш	4,0	4,0	4,2	4,1	3,8	27
Каражал	4,3	4,4	4,9	4,0	3,8	24
Саяк (Балхаш)	3,5	3,3	4,0	3,5	3,0	30
Ақсай	4,4	5,0	4,6	3,9	4,1	24
Жымпиты	3,7	4,0	4,0	3,4	3,5	25
Казталовка	4,3	5,3	4,1	3,7	4,1	28
Каратөбе	3,7	4,4	3,9	2,8	3,5	
Таскала	3,8	4,6	3,8	3,1	3,6	22
Атасу	3,5	3,6	3,8	3,3	3,2	28
Каражал	4,3	4,4	4,9	4,0	3,8	24

Кызылжар (Жанааркинський район)	3,1	3,1	3,5	3,0	2,7	29
Амангельды	3,7	4,3	4,1	3,3	3,2	24
Аралколь (Камыстинський район)	3,4	3,5	3,6	3,1	3,1	26
Аркалык	4,3	4,9	4,8	3,7	3,9	40

Күн панелдері жайлы айтатын болсақ, бір ұяшығы шамамен 250-400Вт қуат көзін өндіре алады. Ол күніне шамамен 1,5-2КВт * сағ. Күн панелдерімен үйді энергиямен толық қамтамасыз ету үшін 10 немесе одан көп күн панелі керек болады. Мысал ретінде Ubiquiti SunMAX күн панелін алайық. Бағасы: 126,400Т. Өндіретін қуат мөлшері: 260Вт. Егер осы панелден 10 данасын алатын болсақ, басқа шығындарды есептемегенде ақтау уақыты 15-20 жылға созылады. Дегенмен бұл арқылы энергетикалық тәуелсіздікке қол жеткізуге болады. Алдағы уақытта микрогенерацияларға деген қызығушылық артатыны сөзсіз, даму перспективасы жақсы деп айтар едім.

Қорыта келетін болсақ, энергияның микрогенерациялары бұл дамушы елдер үшін жақсы және қолайлы шешім. Электр энергиясына деген сұраныс күн санап артуда, соның әсерінен электр энергиясының жетіспеушілігі байқалуы мүмкін. Қарапайым халық энергияны микрогенерацияларда өндіру арқылы энергетикалық тәуелсіздікке қол жеткізе алады. Бұл мемлекеттің энергетикалық жүйесіне жүктемені азайтады. Болашақта энергияны микрогенерациялар арқылы өндіру трендке айналуы ғажап емес. Күн панельдері, жел генераторлары және т.б. энергия өндіру барысында экологияға нұқсан келтірмейді. Бұл қазіргі таңда оңтайлы шешімге айналып отыр.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бабичева Л. К., Непринцева Е. В., Шубин С. А. Развитие микрогенерации на основе ВИЭ как фактор декарбонизации и экономического роста в России //Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2021. – Т. 12. – №. 3. – С. 236-241.

2. Мудрецов А. Ф., Прудникова А. А. Традиционные и зеленые источники энергии: проблемы и перспективы развития в условиях глобальной декарбонизации //Проблемы рыночной экономики. – 2022. – №. 1. – С. 159-168.

3. К. Жданов /В Казахстане уголь до сих пор является главным источником энергии <https://kz.kursiv.media/2025-02-25/zhdh-electrichestvo-itogi-kz/>

4. <https://energywind.ru/recomendacii/skorost-vetra-kazakhstan>

СЕКЦИЯ «ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ И АРХИТЕКТУРЕ»

УДК 692.231.3

Ажикенова Т.Д. (23-МСС-2, ВКТУ), Махиев Б.Е. (к.т.н., ВКТУ)

ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЯ С САМОНЕСУЩИМИ КИРПИЧНЫМИ СТЕНАМИ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены актуальные вопросы визуального обследования здания с самонесущими кирпичными стенами на примере авторемонтной мастерской №2 в г. Алтай. В результате обследования здания были выявлены дефекты. Особое внимание уделено состоянию кирпичных стен. Также указаны предположительные причины появления трещин и подробно описаны выявленные дефекты, даны рекомендации по дальнейшей эксплуатации здания.*

***Ключевые слова:** техническое обследование, визуальный осмотр, дефекты, самонесущие кирпичные стены.*

Многие здания с кирпичными стенами были построены во второй половине прошлого века, и в данный момент имеют физический и моральный износ. Во многих сейсмоопасных регионах мира накоплен значительный опыт сейсмоусиления зданий существующей застройки. При проектировании большинства старых зданий не был учтен уровень сейсмической опасности, предусмотренный действующими нормами проектирования; кроме того, некоторые типы зданий (например, неармированная каменная кладка) изначально более подвержены воздействию землетрясений по сравнению с другими конструкциями, такими как правильно спроектированные здания из железобетонных и стальных конструкций.

Здания, построенные более 60 лет назад, могут требовать внимания в связи с устареванием строительных норм и стандартов. Важно оценить, соответствуют ли они современным требованиям безопасности для эксплуатации.

В условиях изменения климата и возможных природных катаклизмов, такие здания могут не выдержать современных нагрузок, включая сейсмическую активность. Техническое обследование позволяет выявить риски, связанные с возможными природными бедствиями.

Обследование технического состояния здания авторемонтной мастерской №2 обусловлена тем, что здание было построено в 1963 году, и в данный момент имеет физический и моральный износ. А также при проектировании здания не был учтен уровень сейсмической опасности, предусмотренный действующими нормами проектирования.

Основные вопросы обследования с помощью визуального осмотра рассмотрим на примере здания авторемонтной мастерской 1963 г. постройки в г. Алтай, Восточно-Казахстанской области.

Обследуемый объект представляет собой здание переменной этажности. Оно состоит из производственной и административно-бытовой части. Размеры здания в плане 102.0×36 м.

Административно-бытовая часть двухэтажная. Производственная часть одноэтажная. Она состоит из двух помещений, разделённых поперечной самонесущей кирпичной стеной, имеющих прямоугольные формы в плане.

Колонны каркаса железобетонные, прямоугольного сечения. В качестве ригелей в производственной части применены стальные трапецевидные фермы. Наружные стены здания кирпичные, толщиной 510 мм; толщина внутренних кирпичных стен 380 мм. В качестве основных материалов для стен применён кирпич глиняный пластического прессования на цементном растворе, кирпичная кладка выполнена с расшивкой растворных швов. Перемычки над проёмами сборные железобетонные. Внутренние перегородки в административно-бытовой части кирпичные, толщиной 120 мм. Фундаменты под стены и каркас здания железобетонные [1, с.10].

При визуальном осмотре объекта были обнаружены следующие дефекты: многочисленные участки внутреннего расслоения кирпичной кладки, характеризующиеся выпучиванием наружной или внутренней версты; поверхностные разрушения кирпичной кладки глубиной до 50мм и более 50мм (рис 1); высолы, следы замачивания кладки атмосферными осадками; выветривание раствора швов на глубину до 40мм (рис 2); трещины в кирпичной кладке шириной раскрытия в среднем 1-3 см (рис 3).



Рисунок 1 – Разрушение кирпичной кладки



Рисунок 2 – Высолы, выветривание раствора швов кирпичной кладки



Рисунок 3 – Трещина в кирпичной кладке

По результатам технического обследования был произведен проверочный расчет в программе SCAD.

Анализ состояния и несущей способности конструкций здания.

Анализ конструктивного решения авторемонтной мастерской №2, включающего производственную и административную части, а также результатов обследования, проверочного расчета и условий эксплуатации позволяет сделать следующие выводы.

1. В случае действия расчетной сейсмической нагрузки самонесущие кирпичные стены здания могут получить повреждения из-за несоответствия

конструктивного решения и узлов примыкания к несущим конструкциям каркаса требованиям свода правил [2] по строительству в сейсмических зонах.

2. Многочисленные повреждения самонесущих кирпичных стен в виде расслоений кладки и выпучиванием отдельных участков могут привести к обрушению фрагментов даже при отсутствии сейсмического воздействия.

3. Основным фактором, ускоряющим накопление повреждений конструкциями здания, является замачивание их атмосферной и конденсационной влагой, что связано в первую очередь с протечками кровли.

Здание авторемонтной мастерской №2 расположено в районе, сейсмичность которого при уточнении карт сейсмического зонирования была повышена до 8 баллов. Поэтому в его конструкциях антисейсмические мероприятия предусмотрены не были.

При землетрясении расчетной интенсивности могут получить повреждения кирпичные стены здания. В соответствии с действующей в Казахстане сейсмической шкалой MSK-64 (К) [5] повреждения каменных стен при землетрясении интенсивностью 8 баллов могут соответствовать третьей степени (сквозные трещины в стенах, частичное обрушение выступающих частей кладки). Это должно быть учтено в процессе эксплуатации здания. Персонал должен быть предупрежден о наиболее опасных при землетрясении местах (участки вблизи стен здания с наружной и внутренней стороны, где могут произойти падения кирпичной кладки парапетов и выпадение стекол при перекосах оконных рам). Следовательно, здание авторемонтной мастерской №2 является потенциально сейсмоопасным.

Самой ненадёжной конструкцией стены при землетрясениях считают кирпичную. В таких зданиях каждый кирпичик колеблется отдельно, что может привести к нежелательным последствиям.

За время эксплуатации в стенах накопились существенные повреждения, главным из которых являются внутренние расслоения кладки. Поэтому техническое состояние стен соответствует категории III по таблице Ж.1 приложения Ж свода правил [3] и является ограниченно работоспособным. Это означает, что их безопасная эксплуатация возможна при отсутствии сейсмического воздействия интенсивностью 8 баллов. При таком землетрясении возможно обрушение отдельных участков наружных стен по рядам А и Ж, где имеются расслоения и выпучивания кладки.

Следовательно, техническое состояние несущих строительных конструкций и самонесущих кирпичных стен в целом является ограниченно работоспособным. Это означает, что их безопасная эксплуатация возможна при отсутствии расчетной сейсмической нагрузки.

Рекомендации по устранению дефектов самонесущих кирпичных стен.

Ремонт кирпичных стен рекомендуется произвести в два этапа. На первом этапе следует устранить имеющиеся повреждения. Участки с глубоким (более 50мм) поверхностным разрушением кладки, с выпучиванием наружной и внутренней версты в результате расслоения надо разобрать и выложить заново.

На втором этапе рекомендуется оштукатурить наружные стены со стороны фасадов цементным раствором в виде «шубы» по стальной сетке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заключение о техническом состоянии строительных конструкций здания авторемонтной мастерской №2 ТЦ г. Алтай ПК «Казцинк-Транс» ТОО «Казцинк» и рекомендации по дальнейшей эксплуатации / НАО ВКТУ им. Д.Серикбаева. – Усть-Каменогорск, 2023.
2. СП РК 2.03-30-2017*. Строительство в сейсмических зонах/Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2018. – 111с.
3. СП РК 1.04-101-2012 Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015.
4. СП РК 1.04-110-2017 Обследование, оценка технического состояния и сейсмоусиление зданий и сооружений / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 49с.
5. СН РК 2.03-28-2004. Шкала для оценки интенсивности землетрясений MSK-64 (К). Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и торговли РК, Алматы, 2004. – 16с.
6. Власов А. И., Филин С. С., Кривошеин А. И. Концепция универсального интеллектуального смарт-автомата // Пром-Инжиниринг. – 2024. – № 5. – С. 113-158.
7. Боровков А. И., Бурдаков С. Ф., Клявин О. И. Компьютерный инжиниринг. – СПб.: Издательство политехнического университета, – 2025. – 203 с.

УДК 69.033

Айтбаев Д.У. (24-МСС-1, ШҚТУ), Тулебекова А.С. (PhD, ЕҰУ), Елеманов Д.С. (аға оқытушы, ШҚТУ), Алимгазин Б.Т. (оқытушы, ШҚТУ)

ЖОЛ ҚҰРЫЛЫСЫ ҮШІН ӘКПЕН НЫҒАЙТЫЛҒАН ТОПЫРАҚ ҚҰРАМЫН ТАҢДАУ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа. Автомобиль жолдарының құрылысы жоғары беріктігі бар тас материалдарын көп тұтынумен байланысты, бұл автомобиль жолдарын салу, қайта құру және күрделі жөндеудің айтарлықтай құнына әкеледі. Автомобиль жолдарының топырағын нығайту үшін әк қолдану бұл шығындарды едәуір төмендетуге мүмкіндік береді. Жол құрылысындағы әк топырақты құрғату және топырақты нығайту сияқты мақсаттарға жету үшін сөндірілген және сөндірілмеген күйінде қолданылады. Мақалада әкпен нығайтылған топырақтың құрылымының физика-химиялық үрдістері қарастырылады. Құмды және сазды топырақтарда құрылымның пайда болу үрдісі әр түрлі болатындығын ескере отырып, бұл топырақты нығайту үшін қажет әктің минималды мөлшері де әр түрлі болады.

Түйін сөздер: әкпен нығайтылған топырақ, әк қоспасы, нығайтылған топырақ.

Бельгияда, Швецияда, АҚШ-та, Ресей Федерациясында және Қазақстанда қабылданған топырақ-әк қоспаларының құрамын таңдау әдістеріне салыстырмалы талдау жасалады. Әр түрлі елдерде топырақ қоспаларының құрамын таңдау әдістері әртүрлі. Негізгі сәйкессіздіктер негізінен зертханалық сынақ әдістеріне және топырақ қоспасын оңтайландыруға байланысты сапалық сипаттамаларды анықтауға қатысты.

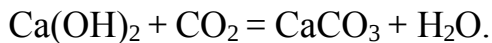
Автомобиль жолдарының құрылысы жоғары беріктігі бар тас материалдарын көп тұтынумен байланысты, бұл автомобиль жолдарын салудың, қайта құрудың және күрделі жөндеудің айтарлықтай құнына әкеледі, өйткені біздің еліміздің аумағында осы материалдарды өндіруге жарамды тау жыныстарының кен орындарының саны шектеулі. Автомобиль жолдарының құрылымдарында беріктігі жоғары тас материалдардың орнына нығайтылған топырақты пайдалану автомобиль жолдарын салу, жаңғырту және күрделі жөндеу құнын айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді. Жол құрылысында топырақты нығайтудың ең танымал әдістерінің бірі-әкпен нығайту [1-5].

Жол құрылысындағы әк топырақты құрғату және топырақты нығайту сияқты мақсаттарға жету үшін сөндірілген және сөндірілмеген түрде қолданылады.

Ылғал топырақпен араласқан кезде сөндірілмеген әк өз салмағының 32% - на дейін суды сіңіріп, сөндірілген әк түзеді. Бұл реакция кезінде бөлінетін жылу булануға байланысты ылғалдылықтың төмендеуіне әкеледі. Сонымен қатар, сумен реакция топырақта саз бөлшектерінің едәуір мөлшері болмаса да жүреді. Саз бөлшектерімен реакция одан әрі құрғатуды тудырады. Нәтижесінде дренаж бірнеше сағат ішінде жүреді, бұл топырақты табиғи булануға қарағанда тезірек

тығыздауға мүмкіндік береді. Топырақты әкпен нығайту МЕСТ 23558-94 "Жол және әуеайлақ құрылысы үшін бейорганикалық тұтқыр материалдармен өңделген қиыршық тасты-қиыршық тасты-құмды және топырақты қоспалармен реттеледі. Техникалық шарттар (өзгерістермен № 1, 2)" [6]. Бұл құжат әкті дербес тұтқыр ретінде және қатаю активаторы ретінде кешенді байланыстырғыштардың құрамында қолдану мүмкіндігін белгілейді. Сонымен қатар, бұл МЕСТ-та әкпен нығайтылған топырақтың сапалық сипаттамалары туралы ақпарат жоқ және топырақ-әк қоспаларының құрамын таңдау бойынша нақты ұсыныстар жоқ. Сонымен қатар, Ресей Федерациясында топырақты әктеу бойынша үлкен тәжірибе жинақталды [4,7]. Әктеу кезіндегі физика-химиялық процестер [8-10].

Құмды топырақ. Әкті қатайту процесі судың булануынан және кальций гидроксидінің кристалдануынан басталады. Уақыт өте келе судың қатысуымен кальций оксиді гидратының жұқа дисперсті бөлшектері үлкен кристалдарға айнала бастайды. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ кристалдарының бірігуі нәтижесінде құм бөлшектерін қоршап, цементтейтін кеңістіктік тармақталған жақтау пайда болады. Сондай-ақ, қатаю кезінде ауадан көмірқышқыл газы сіңіп, көмірқышқыл кальцийіне айналады (карбонизация процесі):



Карбонизация процесі жеткілікті үлкен газ өткізгіш кеуектермен ылғалдың қатысуымен баяу жүреді және қатайтатын материалда таяз тереңдікке таралады.

Әк бетіндегі қатаюдың бірінші кезеңінде пайда болған кальций көмірқышқыл газының пленкасы тері тесігін бітеп тастайды және осылайша көмірқышқыл газының топырақтың терең ішкі қабаттарына одан әрі енуін қиындатады. Осының арқасында көміртектену процесі қатты тежеледі және тіпті дерлік тоқтап қалуы мүмкін.

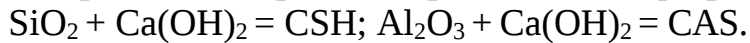
Құм массасын цементтеу монолит кристалдар $\text{Ca}(\text{OH})_2$ және CaCO_3 оған салыстырмалы түрде аз күш береді. Мұндай материал су мен аязды температураға жеткілікті төзімді емес.

Сазды топырақтар. Әк-ауа тұтқыр қоспа. Сазды топырақты нығайту кезінде ол топырақтың жұқа бөлшектерімен химиялық және физика - химиялық өзара әрекеттеседі және гидравликалық тұтқыр қасиеттерге ие болады. Екі кезеңді ажыратуға болады:

1 кезең. Модификациялау. Бастапқы араластырудан кейін сөндірілген әктен алынған Ca^{2+} иондары саз бөлшектерінің бетіне ауысады және су мен басқа иондарды (натрий мен сутегі) ылыстырады. Құмды саздар мен саздарда алюмосиликат құрамындағы жұқа дисперсті бөлшектердің, сондай-ақ кальций оксиді гидратынан туындаған сілтілі орта жағдайында белсенді кварцтың болуы $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ әр түрлі негіздегі тоберморит типті гидросиликаттардың пайда болуына әкеледі. Беріктіктің жоғарылауы катиондардың алмасуы арқылы жүреді, онда натрий мен сутегі катиондары кальций иондарымен алмастырылады. Саз кальций иондарымен қаныққан топырақтарда да (карбонатты топырақтар), әк қосу pH -ны жоғарылатады, демек, метаболизмнің қарқындылығы.

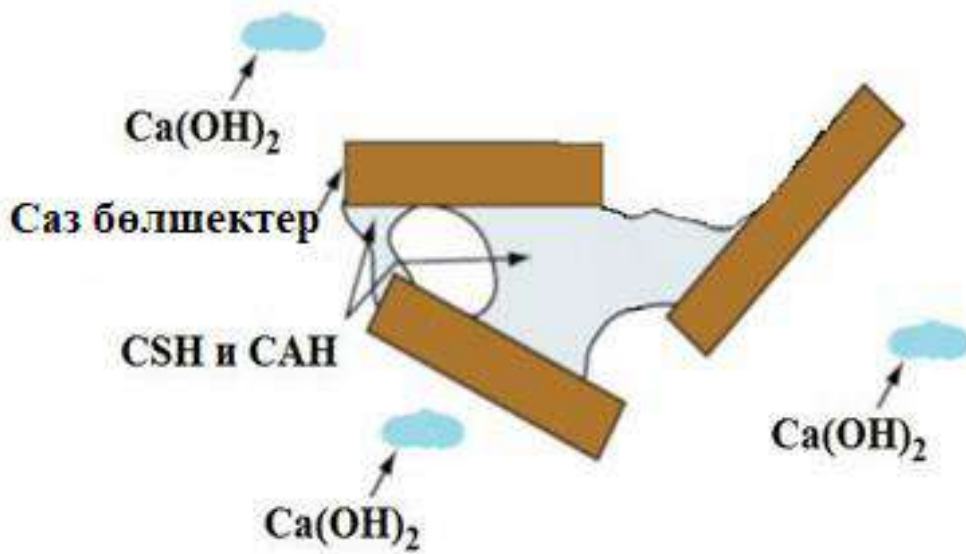
Топырақ борпылдақ және түйіршікті болады. Икемділік саны азаяды және ісіну мен сығылу үрдісі байқалады, флокуляция және агломерация процестері дамиы. Сонымен қатар, қабыршақтар мен агрегаттардың пайда болуы бірнеше сағат ішінде жүреді.

2 кезең. Тұрақтандыру. Топыраққа әк пен су қосқанда, сазды топырақты құрайтын кремний диоксиді мен глинозем (SiO_2 , Al_2O_3) босатылып, кальций гидроксидімен әрекеттеседі. Бұл жағдайда топырақтың рН-ы тез өседі (10,5-тен жоғары), бұл реакцияның жүруіне ықпал етеді. Саз бөлшектерінің ыдырауы аз - негізгі гидросиликаттар мен гидроалюминаттар түзеді:



Гидросиликаттар (CSH) және гидроалюминаттар (San) - портландцементте түзілетін жаңа цементтеуші заттар.

Олар тұрақтандырылған топырақтың беріктігін арттыратын қаңқа жасайды. Түйіршіктелген қабыршақтан топырақ айтарлықтай жүк көтергіштігі бар қатты, салыстырмалы түрде өткізбейтін қабатқа айналады. Тұрақтандыру процесі бірнеше сағат ішінде басталады және көптеген жылдар бойы жалғасады, соның арқасында беріктік артады. Білімді құрылым тұрақты, берік және өткізбейтін, сонымен бірге берік және икемді (сурет 1).



Сурет 1- Сазды топырақты әкпен тұрақтандыру

Сазды топыраққа әк енгізу оның суға төзімділігі мен механикалық беріктігін арттырады.

Топырақ-әк қоспасының құрамын таңдау.

Зертханалық жағдайда топырақты нығайту үшін әктің оңтайлы мөлшерін анықтау үшін топырақ-әк қатынасының құрамы таңдалады.

Топырақ-әк қоспасының құрамын таңдаудың барлық әдістерінің негізінде әк мөлшерінің болжамды мәні (кесте 1) жатыр, ол топырақ-әк қоспасының сапалық сипаттамаларын анықтау арқылы түзетіледі.

Кесте 1- Топырақ-эк қоспасының құрамын таңдау кезінде әктің болжамды мөлшері

Автомобиль жолының құрылымдық элементінің атауы	Топырақ-эк қоспасындағы эк құрамы, топырақ массасының %		
	АҚШ [7, 10]	Швеция [8]	АҚШ [9]
Автомобиль жолдарының қабаттары байланысты емес топырақтардан	2–8	—	4 ± 0,5 5 ± 1
Байланыстырылған топырақтан жасалған автомобиль жолдарының қабаттары	5–8	6–8 саздақтар үшін 8–10 саз балшық үшін	
Жер төсемі	3–6	—	
Жол қабатының негізі	2–4	—	

Әр түрлі елдерде топырақ қоспаларының құрамын таңдау әдістері әртүрлі. Композицияларды таңдау әдістеріндегі негізгі сәйкессіздіктер негізінен зертханалық сынақтар әдістеріне және топырақ қоспасын оңтайландыруға байланысты сапалық сипаттамаларды анықтауға қатысты. Франция, Бельгия және АҚШ әкпен нығайтылған топырақты қолданудың кең тәжірибесіне ие.

Француз және Бельгиялық әдістер. Әктің минималды мөлшері осы мөлшерге сүйене отырып анықталады, онда топырақ-эк қоспасының икемділігі айтарлықтай өзгермейді. Негіз қабаттарын орнатуға арналған эк қоспасының сапасы параметрлермен анықталады:

ImmediateBearingIndex (IBI), бұл 90 минуттық жаста әкпен нығайтылған топырақ үлгілерінің беріктігі жиынтығы, %.

IBI параметрінен басқа жабын қабаттарын орнатуға арналған топырақ эк қоспасының сапасы да параметрлермен анықталады:

CBR_{SP} — CBR беріктігі жиынтығы, проктор әдісіне сәйкес тығыздалған үлгілер [4, 5] және 4 күн ішінде сумен қаныққан.;

•Қатынасы:

$$CBR_{SP} / IBI \geq 1,0;$$

•Ісінуі - 40°C температурада суда 168 сағат ұстағаннан кейін анықталатын G_v ісінуі;

•Мұздату–еріту циклдарының қажетті санынан кейін қысу күші ретінде анықталатын UCS аязға төзімділігі, МПа;

• I суға төзімділік, ол келесідей анықталады:

$$I = UCS_{(28 + 32i)} / UCS_{(60)} \geq 0.8$$

мұндағы $UCS_{(28 + 32i)}$ – цилиндрлік үлгілердің қысу күші, олар 28 күндік қалыпты қатаюдан кейін. 32 күн бойы сумен қаныққан. (20 ± 2°C температурада); $UCS_{(60)}$ – 60 күндік цилиндрлік қалыпты қатаю үлгілерінің қысу күші.

АҚШ-та қабылданған әдіс. Топырақ-эк қоспасының құрамын таңдау әдістемесі Eades және Grim сынағы арқылы әктің ең аз мөлшерін анықтауды қамтиды [11-13]. Бұл әдістің мәні-эк қоспасының рН мәні 12.40 мәніне сәйкес келетін әктің минималды мөлшерін таңдау.

Француз және бельгиялық әдістерден айырмашылығы, бұл әдіс үлгілердің ең аз санын өндірумен қажетті әк мөлшерін анықтауға мүмкіндік береді, бұл композицияны таңдау процедурасын едәуір жеңілдетеді.

Топырақ-әк қоспасының сапасы көрсеткіштермен бағаланады:

- 40°C температурада ауада 7 күн қатқаннан кейін және 24 сағаттық капиллярлық суланудан кейін үлгілердің қысу күші;

- Gv Ісінуі.

Ресей Федерациясында қабылданған әдіс. МЕСТ 23558-94 сәйкес "Жол және әуеайлақ құрылысына арналған қиыршық тас - қиыршық-кұм қоспалары және бейорганикалық тұтқыр материалдармен өңделген топырақтар. Техникалық шарттар (№1, 2 өзгерістермен)" топырақ-әк қоспасының сапасы көрсеткіштер бойынша бағалануы тиіс:

- 28, 90 және 180 тәуліктік нығайтылған топырақ үлгілерінің иілу кезіндегі қысу және созылу беріктігі. тұтқыр түріне байланысты;

- Аязға төзімділік-кезектесіп мұздату және еріту циклдерінің саны, бұл ретте сығымдау беріктігін жобалық жаста нормаланатын беріктіктен 25% - дан аспайтын төмендетуге жол беріледі.

Қорытындылай келе таңдалған топырақ-әк қоспасының сапасын бағалаудың шетелдік әдістері бұл қоспаның сапасын қысқа мерзімде бағалауға мүмкіндік береді.

АҚШ-та қабылданған әдіс рН анықтау негізінде әктің минималды мөлшерін анықтауға мүмкіндік береді және ең қолайлы болып табылады, өйткені композицияны таңдау кезінде жұмыстың күрделілігін азайтады.

Қазақстандық, Ресейлік нормативтік құжаттарда әк қоспасының құрамын таңдау бойынша егжей-тегжейлі ұсыныстар жоқ, бұл композициялардың зертханалық сынақтары өте көп уақытты қажет етеді. Демек, ресейлік, қазақстандық нормативтік құжаттар басқа елдердің тәжірибесін ескере отырып, топырақты әкпен нығайту саласында жетілдіруді талап етеді

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Волкова Е.В., Иванов Е.И., Нечаев Д.Н. Учет нестабилизированного состояния грунтов при оценке пространственной устойчивости откосов насыпей автомобильных дорог // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2015. № 2 (13). С.45–50.

2. Слободчикова Н.А., Плюта К.В., Дзогий А.А. Перспективы использования отходов производства и потребления при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 8. С. 126–132.

3. Шабуров С.С., Уласович Р.П. Органоминеральные смеси в основаниях и покрытиях автомобильных дорог в суровых климатических условиях // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2015. № 2 (13). С. 112–118.

4. Безрук В.М., Гурячков И.Л., Луканина Т.М., Агапова Р.А. Укрепленные грунты. (Свойства и применение в дорожном и аэродромном строительстве). М.: Транспорт, 1982. 231 с.
5. Рудых А.В., Пуценко К.Н. Обзор нормативной документации в области проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений на автомобильных дорогах // Молодежный вестник ИрГТУ. 2015. № 2. С. 6.
6. ГОСТ 23558-94 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия (с Изменениями № 1, 2)» [Электронный ресурс]. URL: base.consultant.ru/stand/ (14.12.2017).
7. Методы стабилизации грунтов различными материалами [Электронный ресурс]. URL: <https://theconstructor.org/geotechnical/soil-stabilization-methods-and-materials/9439/> (14.12.2017).
8. Gregory Paul Makusa. State of the art review soil stabilization methods and materials in engineering practice. Department of Civil, Environmental and Natural resources engineering Division of Mining and Geotechnical Engineering Luleå University of Technology Luleå, Sweden Luleå, 2012, p. 35.
9. Design Procedures for Soil Modification or Stabilization. Production Division Office of Geotechnical Engineering 120 South Shortridge Road Indianapolis, Indiana 46219. January 2008, p. 13.
10. Lime-treated soil construction manual lime stabilization & lime modification. Published by Nacional Lime Association Lime. Versatile Chimikal. January 2004, Bulletin 326, p. 41.
11. ASTM (2000b) Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lb/ft). Designation D698. Annual Book of ASTM Standards, ASTM American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, US.
12. ASTM (2006) Standard Test Method for Using pH to Estimate the Soil-Lime Proportion Requirement for Soil Stabilization. Designation ASTM D6276. Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, US.
13. NLA (2006) Mixture Design and Testing Procedures for Lime Stabilized Soil. Technical Brief. NLA National Lime Association. Arlington, VA.

УДК 699.81

Акаев Г.А. (24-МСС-1, ВКТУ)

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ АНГАРНОГО
ТИПА ПОСЛЕ ОГНЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

***Аннотация.** Данная статья содержит информацию как с помощью различных пожарно-технических обследований и экспертиз можно выявить различных техногенных повреждений, можно не только выявить виновных в ЧП. Экспертизы также позволяют правильно принять решения о компенсации, о дальнейшей судьбе строений. Проведение аварийной экспертизы требует принять во внимание ряд нюансов. Экспертиза предполагает проведение типовых операций, к которым относятся обмерные работы, фото фиксация дефектов, технический анализ состояния конструктивных элементов и др. Они подробно описываются в программе обследования. Кроме того, в рамках экспертизы необходимо произвести проверочные расчеты поврежденных конструкций.*

***Ключевые слова:** Степень огнестойкости, огнезащитные средства, воздействие опасных факторов пожара, потеря несущих и ограждающих способностей конструкции.*

Привлекательность ангаров, как места для хранения или производственной деятельности, обусловлена двумя факторами. Во-первых, они относятся к категории быстровозводимых зданий. Проект не требует заливки капитального фундамента и поэтому может быть реализован в короткие сроки. Во-вторых, соотношение цены и полезного объема здесь намного выгоднее, нежели при возведении строений другого вида. Кроме того, некоторые из конструкций предполагают временный формат установки и поэтому не требуют длительных согласований. Рассмотрим, для каких целей подходят существующие проекты ангаров и какие особенности у них есть.

Использование передовых строительных материалов и технологий позволяет сократить сроки возведения ангаров, снизить их стоимость и увеличить функциональность. Важно выбирать технологии, которые соответствуют вашим требованиям по безопасности, долговечности и удобству эксплуатации.

Использование ангаров в складских комплексах (рисунок 1) стало одним из направлений развития этого вида быстровозводимых зданий. Они выступают основой и больших логистических центров, и мелких баз, предназначенных для перевалки местных грузов.

Пожар приводит к разрушительному воздействию на конструкции не только от огня, а и воды со специальными веществами необходимыми для тушения очага возгорания. При этом оценку ущерба начинают с предварительного этапа для формирования программы и запросов проведения подробного изучения объекта.

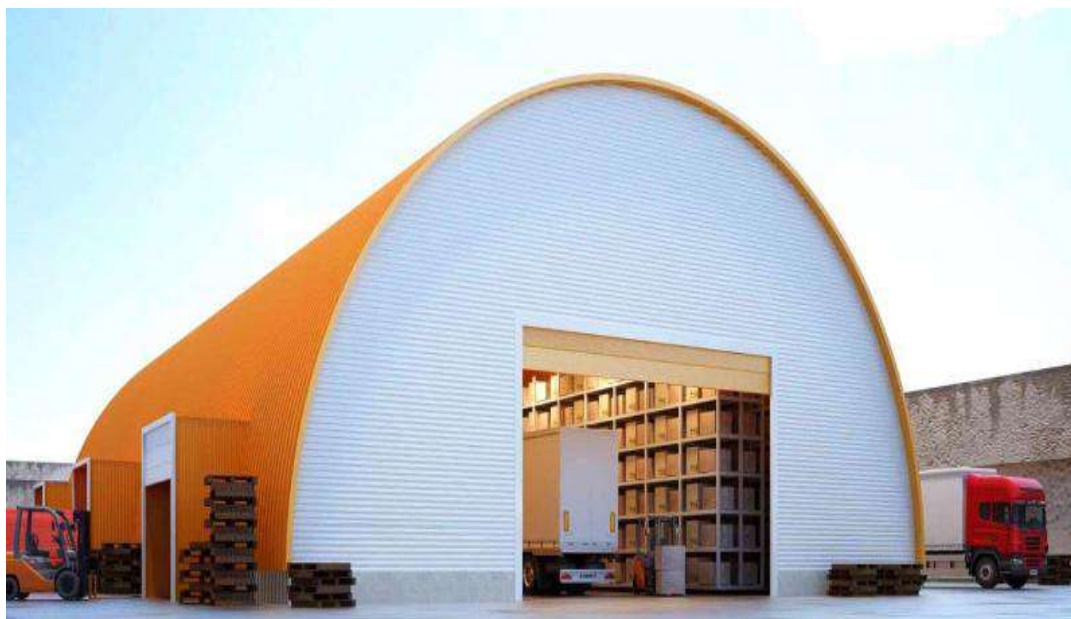


Рисунок 1- Складское помещение ангарного типа

Обследование зданий после пожара необходимо для определения безопасности эксплуатации, поврежденной огнем конструкции. Подразумевает визуальное изучение, дополненное инструментальными измерениями, лабораторными испытаниями. Перечень мероприятий подбирается в соответствии с актуальным состоянием сооружения с учетом величины и времени воздействия экстремальной температуры пожара. Главная задача специалистов – оценка конструктивных особенностей, надежности объекта, разработка рекомендаций по ремонту и восстановительным работам.

Из практики элементы инженерных конструкций после пожара получают особые повреждения. Под воздействием температуры изменяются размеры стальных элементов, утрачивается форма, образуются трещины вместе сварных швов. Происходит плавление камня, рассыпание бетона [7].

Первостепенные моменты, учитываемые экспертом:

Визуальная оценка и инструментальный анализ строения пострадавшего от открытого огня (рисунок 2) подразумевает пристальное изучение экспертами состояния основания, капитальных перегородок, межэтажных перекрытий, кровельных конструкций.

Серьезность повреждения огнем определяется внешними признаками пострадавшего объекта. В зависимости от температуры нагрева дефекты проявляются характерными признаками:

- склеиванием или плавлением стекла при 700-750° С;
- скоплением гари на конструкциях из железобетона при 100-400° С;
- незначительными трещинами на перекрытиях при 300-400° С;
- надломами, изгибами, искривлением металлических элементов при 1400° С;
- разрушением гранитных плит иных конструкций при 850-900° С.



Рисунок -2 Конструкции здания ангарного типа после огневого воздействия (пожара)

По температуре нагрева здания пострадавшего в пожаре эксперты оценивают безопасность дальнейшего использования строительной конструкции [8].

Для выявления малейших нарушений прочности, целостности конструкций из металла подверженных длительному воздействию огня проводится тщательное визуальное изучение и лабораторные тесты.

Предварительная экспертная оценка повреждений

Техническую оценку строения пострадавшего в пожаре проводят в два этапа. Программа и список мероприятий определяется специалистами на основе особенностей повреждений, длительности и силы воздействия температуры.

Среди особенностей предварительных оценочных работ стоит выделить следующие моменты:

- Главной задачей экспертов считается получение общего представления о состоянии конструкции строения и оценки необходимости в инструментальном исследовании.
- В процессе предварительной визуальной оценки здания специалисты выявляют участки опасные для пребывания людей.
- Проводится подробное изучение документации на объект пострадавший в результате пожара.
- Основываясь на итогах предварительных мероприятий, эксперты выявляют места монтажа лестницы, подмости, другой конструкции для проведения восстановления.
- По результатам визуального осмотра составляется предварительное заключение по состоянию объекта.

Начальный этап экспертизы подразумевает фиксацию повреждений, степень которых оценивается по внешним признакам без применения специального оборудования:

- изменение оттенков стройматериалов;
- накапливание сажи, иных продуктов горения на конструкциях;
- трещины, выбоины и иные явные изъяны;
- значимые прогибы конструкции от начального положения;
- обнажение арматуры бетонных перекрытий.

Пожар приводит к разрушительному воздействию на конструкции не только от огня, а и воды со специальными веществами необходимыми для тушения очага возгорания. При этом оценку ущерба начинают с предварительного этапа для формирования программы и запросов проведения подробного изучения объекта [5]

Этапы и особенности детальной экспертизы.

К детальной проверке прибегают в случае, если строительная конструкция находится в аварийном состоянии либо получила повреждения разной степени тяжести. Инструментальный анализ подразумевает измерение прочностных характеристик материалов [2]

На основе полученных данных оцениваются показатели остаточной несущей способности объекта. Инструментальные обследования и лабораторные тесты проводятся с использованием методик экспертной оценки изношенных зданий. Однако подготовка программы восстановления подразумевает учет последствий, обусловленных воздействием огня.

По завершению экспертизы объекта после пожара специалисты подготавливают акт с указанием возможности или невозможности эксплуатации объекта. В соответствии со степенью ущерба и остаточного ресурса возможно проведение:

- Косметического ремонта при условии, что конструкция сооружения повреждена минимально, при температуре менее 700° С.
- Местного восстановительного ремонта для возврата целостности на уровне заложенным проектом.
- Существенных ремонтных работ с целью усиления пострадавшей конструкции.
- Незамедлительной разгрузки несущих частей путем установки временного крепежа, замены поврежденных элементов новыми [4]

В отчете, составленном по итогам обследования, содержится информация по остаточным показателям несущей способности, список обнаруженных проблем, стоимость полученного ущерба вследствие пожара. На основании проведенной экспертизы принимается решение о реконструкции, продаже или сносе объекта [1].

В качестве заключения.

Степень повреждений зависит от длительности и интенсивности воздействия огня. Экспертная проверка позволяет определить надежность несущих элементов, коммуникационных систем, возможность дальнейшего использования строения по прямому назначению [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.Д. Чешко Расследование пожаров: ФГУ ВНиПО МЧС России, 2009 год, 213с.
2. В.С. Артамонов, В.П. Белобратова, Ю.Н. Бельшина Учебник Расследование пожаров: Санкт – Петербургский университет ГПС МЧС России, 2007 год. 562с.
3. Галишев М.А., Шарипов С.В., Попов А.В. Учебник Пожарно техническая экспертиза: Санкт – Петербургский университет ГПС МЧС России, 2013 год. 151с.
4. Приказ Министра юстиции Республики Казахстан от 27 марта 2017 года № 306 «Об утверждении Перечня видов судебных экспертиз, проводимых органами судебной экспертизы, и экспертных специальностей, квалификация по которым присваивается Министерством юстиции Республики Казахстан».
5. Галишев М.А., Бельшина Ю.Н., Дементьев Ф.А Учебник Пожарно техническая экспертиза, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2014 год. 410 с.
6. Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 27 июля 2017 года № 510 «Об утверждении Правил осуществления деятельности исследовательских испытательных лабораторий».
7. Драйздел Д. Введение в динамику пожаров. – М.: Стойиздат, 1990 год. – 424с.
8. Ильин Н.А. Техническая экспертиза зданий, поврежденных пожаром.- М.: Стройиздат, 1983 год. 200 с.

УДК 69.032

Акпатаева С.М. (24-МСС-1, ВКТУ), Рахимов Е.А. (к.т.н, ВКТУ), Елеманов Д.С. (старший преподаватель, ВКТУ)

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ЗДАНИЯ ОБЩЕЖИТИЯ

Аннотация. Актуальность данной работы заключается в том, что данная работа позволит найти решение для обеспечения надежности объектов жилищно-коммунальных хозяйств, а также позволит выбрать эффективные методы и способы. Разработаны предложения по совершенствованию системы технического обслуживания и ремонтов гражданских зданий, разработаны рекомендации по ремонту объектов.

Цель работы – визуальное обследование здания и составления дефектных ведомостей.

Задачами настоящей работы являлись сбор и анализ имеющейся технической документации, освидетельствование конструкций здания, разработка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: здания, дефект, обследование, срок службы зданий, усиление.

Здание прямоугольное в плане с размерами в осях 1-6 и А-В 55.420х12.300 м, представленное на рисунке 1. Здание четырехэтажное с высотой этажа 2.800 м, кроме этого под всем зданием имеется подвальный этаж.



Рисунок 1 – Здания общежития расположенного по улице Серикбаева 9, принадлежащее КГКП «Усть-Каменогорский политехнический колледж» управления образования ВКО

По конструктивной схеме колледж относится к зданиям с несущими стенами из кирпичной кладки, имеющим продольный ориентир.

Плиты междуэтажных перекрытий и покрытия здания сборные железобетонные с круглыми пустотами, согласно паспортным данным применены типовые плиты марки ПТК 63-12, изготовленные по серии ИИ-03-02. На карнизах использованы типовые сборные железобетонные карнизные плиты.

Наружные стены выполнены из кирпичной кладки на цементном растворе и имеют толщину 640 мм и внутренние поперечные стены толщиной 380 мм. В качестве основного материала стен используется кирпич глиняный пластического формования.

Перегородки гипсобетонные. Оконные заполнения из деревянных рам, остекление двойное.

Полы имеют различное покрытие в зависимости от назначения помещений: дощатые, мозаичные, и из линолеума.

Покрытие совмещенное с наружным водоотводом, кровля рулонная.

Рельеф строительной площадки в месте расположения колледжа ровный. Здание построено до изменения карты сейсмического районирования Республики Казахстан. По сейсмическим свойствам грунт относится к II категории (таблица 4.1) [5], следовательно, сейсмичность площадки строительства составляет 7 баллов.

Условия эксплуатации конструкций. Снеговой район IV, $S_0=1.5$ кПа, тип местности В, ветровой район III, $W_0=0.38$ кПа, расчетная температура самой холодной пятидневки – 39°C.

При нормальной эксплуатации здания, оно является отапливаемым. Внутренняя среда различных помещений в период нормальной эксплуатации отличалась только влажностью воздуха. В помещениях душевых, мойки посуды и санузлах она могла превышать 100%, что свидетельствует о влажном (мокрое) режиме эксплуатации. В этом случае воздействие среды на железобетонные и каменные конструкции является слабоагрессивным [3]. В остальных помещениях внутренняя среда неагрессивна.

Положение усугубляется ранее неисправным состоянием кровли, в связи, с чем стены верхних этажей подвергались интенсивному замачиванию атмосферными осадками, а в осенне-зимний период – попеременному замораживанию и оттаиванию. Такие условия способствовали ускоренному накоплению повреждений и преждевременному износу строительных конструкций, в особенности отделочных и защитных покрытий.

Методика технического обследования. Методика обследования включала сопоставление конструктивных и объемно-планировочных проектных решений с фактическими, осмотр конструкций с выявлением характера повреждений.

При обследовании использовались измерительные инструменты для измерения геометрических размеров конструкций, их сечений, мест расположения дефектов, картирования трещин в железобетонных

конструкциях. Ширина раскрытия трещин замерялась с помощью микроскопа МПБ-1 с ценой деления 0,05 мм.

Выявленные повреждения заносились в ведомость дефектов. По каждому дефекту указывалось его местонахождение с описанием характера и возможных путей устранения.

Дефекты строительных конструкций.

Причинами повреждений элементов строительных конструкций внутренних помещений явилось нарушение режима нормальной эксплуатации здания в течение длительным периода.

Освидетельствованием кровельного покрытия установлено, что оно находится в удовлетворительном состоянии.

План расположения помещений этажей показаны на листах 6-9 приложения А, ведомость дефектов приводится в таблице 4.1.

Стены здания кирпичные, толщиной 640 мм, из кирпича глиняного пластического прессования на цементном растворе. Дефекты стен показаны на листах 2-4, там же приведены условные обозначения.

Освидетельствованием установлено, что стены имеют следующие виды дефектов:

- местные поверхностные разрушения глубиной до 50 мм;
- выветривание раствора швов на глубину до 40 мм;
- разрушение бетона подоконных сливов, приводящее к разрушению подоконных участков кладки;
- отдельные местные трещины с шириной раскрытия до 2 мм.

При освидетельствовании конструкций надземной и подземной частей здания признаков неравномерных осадков фундаментов не обнаружено. Полы подвала, где они выполнены по грунтовому основанию, ровные. Несущая способность фундаментов обеспечивается.

Оценка сейсмобезопасности здания. Сейсмобезопасность здания оценим исходя из соответствия его объемно-планировочных и конструктивных решений расчетным и конструктивным требованиям СНиП 2.03-30-2006 “Строительство в сейсмических районах”.

Объемно-планировочные и конструктивные решения.

Сопоставим объемно-планировочные и конструктивные решения существующего здания с обязательными требованиями согласно пунктам СНиП РК 2.03-30-2006 “Строительство в сейсмических районах”. Здание общежития расположено в районе, сейсмичность которого при уточнении карт сейсмического районирования была повышена. По этой причине в его конструкциях антисейсмические мероприятия предусмотрены не были.

К факторам, усугубляющим опасность сейсмического воздействия на здание, относятся несоответствия конструктивного решения ограничениям и рекомендациям, изложенным в нормах проектирования [5]

- отсутствие антисейсмических поясов в уровнях и междуэтажных перекрытиях многоэтажных частей на участках;

- использование низкомарочного раствора при выполнении каменной кладки, не соответствующего требованиям [5] по величине нормального сцепления по неперевязанным швам;

- отсутствие армирования кирпичной кладки в углах и местах пересечения продольных и поперечных стен.

При землетрясении могут получить повреждения каменные стены здания. В соответствии с действующей в Казахстане сейсмической шкалой MSK-64(к) [6] повреждения каменных стен при землетрясении интенсивностью 7 баллов могут соответствовать второй степени (сквозные трещины в отдельных (до 5% от общего количества) конструктивных элементах, главным образом простенках, частичное обрушение отдельных выступающих частей кладки).

Следовательно, здание общежития является сейсмоопасным.

Как видно существующие объемно-планировочные и конструктивные решения частично не соответствуют обязательным конструктивным требованиям [5], в тоже время согласно произведенного проверочного расчета приведено значение коэффициента r_s , с помощью которого оценивается сейсмобезопасность в соответствии с п. 10.5 и таблицей 10.1 норм проектирования [5]. Значение этого коэффициента превышает величину 0.5, что допускается для административных зданий и позволяет считать здание сейсмобезопасным по расчетным требованиям.

Усиление наружных кирпичных стен здания возможно путем торкретирования поверхности кирпичной кладки мелкозернистым бетоном по стальной сетке. Такое усиление можно выполнить только с наружной стороны. При этом вначале кладку следует очистить от штукатурки, включая расчистку швов на глубину не менее 15 мм. Крепление арматурной сетки выполняется с помощью анкеров, устанавливаемых с шагом не более 600 мм, которые можно заделать в наклонные глухие отверстия под углом в 45° к поверхности стены.

Такое усиление является трудоемким и затратным. Учитывая возможную вторую степень повреждения стен в случае землетрясения интенсивностью 7 баллов, можно ограничиться разработкой организационных мероприятий: включить в план ликвидации аварий специальный пункт о поведении персонала при землетрясении, указав наиболее опасные места, которые необходимо покинуть. Разрушение здания с обрушением строительных конструкций при интенсивности землетрясения 7 баллов маловероятно; возможно падение отдельных кусков штукатурки или каменной кладки вблизи стен здания.

В этом случае достаточно выполнить текущий ремонт кирпичных стен со стороны фасадов. Высолы на поверхности штукатурки подлежат очистке, участки выветривания раствора швов – заделке цементным раствором с последующей расшивкой. Трещины в кладке имеют ширину раскрытия не более 10 мм и носят местный характер, поэтому подлежат заделке цементным раствором. Аналогично надо заделать отдельные местные сквозные отверстия. На подоконных участках проемов необходимо установить сливы из оцинкованной кровельной стали.

При обследовании повреждений, а также признаков неравномерной осадки фундаментов не обнаружено. Необходимости усиления фундаментов нет.

Техническое состояние плит покрытия работоспособное, их усиления не требуется.

Ремонт внутренней поверхности плит (потолков) на верхних этажах должен включать заделку швов между плитами, очистку поверхности от высолов и повреждённого отделочного покрытия и его восстановление.

Техническое состояние плит междуэтажных перекрытий работоспособное, их усиления не требуется.

Ремонт перекрытий заключается в заделке швов между плитами, очистке поверхности потолков от высолов и поврежденного слоя побелки и восстановлении отделочного покрытия.

Вид отделочных покрытий внутренних конструкций рекомендуется выбирать в зависимости от назначения помещений и пожеланий заказчика, отдавая предпочтение новым облицовочным и окрасочным материалам.

На основании обследования частично заполнение дверных проемов и всех оконных проемов в неудовлетворительном состоянии. Необходимо в процессе ремонта здания заменить дефектное заполнение проемов на новые, которые бы удовлетворяли требованиям современных норм проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перечень нормативных правовых и нормативно-технических актов в сфере архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан (по состоянию на 1 марта 2002 года). Изд. официальное. Комитет по делам строительства МЭ и Т РК, Астана, 2002. – 76 с.
2. СН РК 1.04-04-2002. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан, - Астана, 2003. – 68 с.
3. СНиП РК 2.01.19-2004. Защита строительных конструкций от коррозии / Комитет по делам строительства. МИиТ РК. - Астана, 2004. – 62 с.
4. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 36 с.
5. СН РК 2.03-30-2006. Строительство в сейсмических районах / Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан, - Алматы, 2006. – 80 с.
6. СН РК 2.03-28-2004. Шкала для оценки интенсивности землетрясений MSK-64(К). Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и торговли РК, Алматы, 2004. – 16 с.
7. СНиП 2.03.01–84*. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой СССР.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80 с.
8. СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции. / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80 с.

УДК 691.32

Алимбаева А.К., Колесникова А.В. (23-ССТ-1, ВКТУ), Руденко О.В. (к.т.н., ВКТУ)

УТИЛИЗАЦИЯ СТЕКЛОБОЯ В ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Проблема дефицита природного сырья для производства материалов строительного назначения на протяжении последних лет не теряет своей актуальности. Это обусловлено быстро развивающимися темпами строительства. В связи с этим, задачей строительной индустрии является переориентация предприятий на потребление техногенного сырья. По строению и физико-химическим свойствам стеклобой представляет собой минеральный ресурс антропогенного происхождения. Количество неиспользуемого стеклобоа в отдельных регионах нашей страны достигает 100 %. В то время как вторичное использование данного вида сырья позволит получить существенный экономический и экологический эффект. Исследование показали, что технология производства строительных материалов на основе стеклобоа достаточно проста, не требует специального оборудования и крупных материальных вложений. После предварительной очистки и разделений на фракции сырье (стеклобой) может быть использовано для получения широкого спектра композиционных материалов.

Ключевые слова: стеклобой, композиционные материалы, техногенное сырье, щелочесиликатное взаимодействие.

Стекло производится из 100% натурального сырья: кварцевого песка (до 80%) с добавлением соды и кальция методом нагрева компонентов до 1500-2000 градусов. Стекло окрашивается в массе, путем введения в его состав оксидов редкоземельных металлов. Производство хрусталя идентично стекольному, отличается в основном только по химическому составу: до 30 % в составе хрусталя занимает свинец.

Стекло имеет богатейшую историю использования. С конца XIX века стекло применяют при возведении промышленных, гражданских и жилых зданий. И в настоящее время стекло широко применяется в современном строительстве. В XXI веке стекло приобрело новые масштабы и стало одним из главных строительных материалов. [1] Ведь благодаря таким физико-механическим свойствам, как повышенная атмосферостойкость, высокая твердость, прочность, исключительная химическая стойкость, высокие показатели тепло-, и звукоизоляции, долговечность, он вполне способен заменить кирпич, дерево и бетон.

Специалист, участвующий в проектировании и строительстве, должен иметь в виду, что свето-прозрачные ограждения (в просторечии – окна) позволяют с успехом использовать лучистую энергию солнца для естественного освещения зданий. Вместе с тем чрезмерное увлечение применением остекления (больших площадей) неизбежно приводит к ухудшению внутренней среды зданий. У стекла счастливая судьба в строительстве. Более 2 тыс. лет зодчие применяют стекло при возведении

зданий различных архитектурных стилей. Сейчас оно заняло исключительное положение среди материалов для ограждающих конструкций. Стеклоблочные поверхности стали одним из основных средств выразительности в современной архитектуре, при этом речь идет не столько о форме, размерах, количестве и расположении окон, сколько о соотношении глухих и остекленных участков зданий. Наблюдается рост объемов применения строительного стекла. Светопрозрачные ограждения в современных зданиях достигают порой 70 – 80 % и более от площади фасада. [2] В настоящее время для стекла наступил новый этап развития, главной особенностью которого является использование строительных стекол с заданными свойствами.

Проблема дефицита природного сырья для производства материалов строительного назначения на протяжении последних лет не теряет своей актуальности. Это обусловлено быстро развивающимися темпами строительства. В связи с этим, задачей строительной индустрии является переориентация предприятий на потребление техногенного сырья. По строению и физико-химическим свойствам стеклобой представляет собой минеральный ресурс антропогенного происхождения. [4] Количество неиспользуемого стеклобоя в отдельных регионах нашей страны достигает 100 %. В то время как вторичное использование данного вида сырья позволит получить существенный экономический и экологический эффект. Исследование показали, что технология производства строительных материалов на основе стеклобоя достаточно проста, не требует специального оборудования и крупных материальных вложений. После предварительной очистки и разделений на фракции сырье (стеклобой) может быть использовано для получения широкого спектра композиционных материалов. Актуальной задачей строительной индустрии, в настоящее время, является производство эффективных материалов строительного назначения, характеризующихся высокими физикомеханическими свойствами, долговечностью, эксплуатационными и эстетическими показателями, низкой стоимостью. При этом особое внимание уделяется вопросам рационального использования сырьевых и энергоресурсов, внедрения малоотходных технологий, снижения неконтролируемого воздействия деятельности человека на окружающую среду. [5] Решением данной задачи является разработка технологий получения строительных материалов на основе использования твердых отходов, в том числе бытовых отходов (ТБО). В настоящей работе особое внимание уделяется использованию стеклобоя (СБ), как вида ТБО.

Стеклобой представляет собой трудноутилизируемый отход, неподвергающийся воздействию воды, атмосферных явлений (осадков, солнечной радиации, температурных перепадов) и не разрушающийся под воздействиями органических, минеральных и биологически активных организмов. Известно, что стеклобой, поступающий на полигоны, имеет различный дисперсный состав, а стекло в дисперсном состоянии подвергается активации с образованием на поверхности химически активной фазы (гидратированного оксида кремния). В то же время стеклобой, входящий в

состав ТБО, представляет собой смесь стекла различного химического и фракционного состава, обладающий широким спектром технических и технологических характеристик: химической стойкостью, твердостью, прочностью, широким вязкостным диапазоном и является ценным минеральный ресурсом. Использование стеклобоя в качестве вторичного сырья позволяет сократить расход дефицитных и дорогостоящих сырьевых материалов (кальцинированной соды, песка). Так, утилизация 1 миллиона бутылок сохраняет 300 т кварцевого песка и 100 т кальцинированной соды, а использование СБ в качестве вторичного сырья позволяет экономить на каждые 100 кг вводимого стеклобоя 126 кг первичного сырья. Таким образом, использование стеклобоя в качестве компонента при разработке составов строительных материалов является актуальной научно-технической задачей, решение которой позволяет получить значительный экономический и экологический эффект.

Наиболее распространенным способом утилизации стеклобоя является технология изготовления бетона. В основе работ, направленных на использование стеклобоя, лежит теоретическое положение о том, что стекла в тонкодисперсном состоянии при повышенных температурах в щелочной среде обладают вяжущими свойствами и способны в результате омоноличивания твердой фазы образовывать прочный строительный материал. После сортировки, дробления, помола и рассеивания на фракции стекло можно считать полностью подготовленным для получения строительных материалов. При введении стеклобоя в бетон, как заполнителя, вызывает взаимодействие аморфного кремнезема, входящего в состав стекла, с щелочами цемента. Известно, что структура бетонов представляет собой капиллярно-пористую систему, состоящую из заполнителя, связующего вещества и капилляров, заполненных воздухом, водой и водяным паром. При затворении портландцемента водой происходит растворение содержащихся в нем щелочных оксидов. В результате раствор, находящийся в пустотах бетона, становится сильнощелочным. Кроме того, часть наполнителей бетона, имеющих в своем составе аморфный кремнезем, склонны вступать в реакцию с данным раствором. В результате этой реакции из силикатов щелочных металлов образуется гелеобразное вещество. В свою очередь гель, заключенный в цементный камень и способный к разбуханию, вызывает внутреннее давление, которое приводит к возникновению трещин и как следствие к разрушению материала. Таким образом, использование стеклобоя в качестве наполнителя в бетонах является перспективным при решении проблемы минимизации щелочно-силикатного взаимодействия (ЩСВ).

В работах были проанализированы условия развития ЩСВ в бетонах и установлено, что на результат взаимодействия цементного материала с наполнителем из стеклобоя влияет:

- степень дисперсности стекла;
- использование аморфного кремнезема в качестве активной дисперсной гидравлической добавки;

- химическая модификация стекла, заключающаяся в удалении ионов с поверхности в процессе ионообменной модификации поверхности.

Стеклобой фракции 1,25-5 мм целесообразно использовать в бетонах в качестве заполнителей. [6] При этом прочность бетонных композитов будет значительно превосходить прочность бетонов, например, на песчаном заполнителе. Увеличение прочности бетонов может достигаться путем поверхностной кристаллизации крупного заполнителя (размер фракции более 1 мм) при температуре 700–720 °С, в присутствии центров кристаллизации, таких как, порошка кварцевого стекла. При этом расширение образцов, приводящее к потере прочности, снижается в 2–7 раз по сравнению с образцами, полученными на немодифицированном заполнителе. [6] Что касается использования тонкодисперсного стекла (с размером частиц 1–4 мм), то его целесообразно использовать в качестве вяжущего или перерабатывать в гранулированное пеностекло.

Использование стеклобоя для изготовления теплоизоляционных материалов. Отдельно следует остановиться на целесообразности использования стеклобоя в производстве теплоизоляционных материалов, особенно пеностекла. Пеностекло – ценный изоляционный материал, обладающий такими свойствами, как малый объемный вес, низкое водопоглощение и теплопроводность, высокая устойчивость к агрессивным средам, огнестойкость. Однако использование дорогостоящих пенообразователей, формирует высокую себестоимость данного вида продукции. Поэтому во многих странах мира проводятся работы, направленные на снижение себестоимости производства пеностекла за счет использования стеклобоя. Для пеностекла самое важное свойство – идеальная теплоизоляция и защита стен дома от влаги. Благодаря своим уникальным особенностям материал используется в энергетике и тяжелой промышленности. Из названия стройматериала не сложно догадаться, что он представляет собой вспененное стекло, выпускаемое в нескольких видах: блоки и гранулы. Каждый тип строительного материала производится по особенной технологии, соблюдение которой и обеспечивает изделию исходные технические характеристики. Поэтому во многих странах мира проводятся работы, направленные на снижение себестоимости производства пеностекла за счет использования стеклобоя.

Использование отходов стекла в дорожных покрытиях. Дробленный стеклобой является важнейшим структурообразующим компонентом асфальтобетона способный обеспечить до 90–95 % суммарной поверхности минеральных зерен, входящих в состав асфальтобетона. [3] Введение стеклобоя в состав дорожных бетонов заключается в переводе битума в пленочное состояние, заполнении пор между крупными частицами, что позволит повысить плотность и прочность дорожного покрытия. Кроме того, наличие в смеси стеклянного порошка повышает ее способность удерживать тепло, что позволяет готовить смесь при температуре 135 °С и укладывать при температуре до 4 °С. [6] Это дает возможность получить более плотное

дорожное покрытие, чем в случае применения обычного асфальта. При приготовлении смесей возможно использование стеклобоя различного химического состава (бутылочного, оконного, медицинского), наибольший размер зерен не должен превышать 15 мм, количество стеклобоя может составлять 10–50 % массы смеси. [6] Однако количественное содержание стеклобоя в смесях для дорожного строительства в разных источниках варьируется от 10 до 60 %. Так в предлагается состав асфальта с содержанием 60 % – несортированного, молотого стеклобоя. При этом получаемые покрытия имеют хорошие структурные свойства, могут укладываться при более низких температурах, чем обычные смеси. В то же время установлено что, содержание в асфальтобетонной смеси до 10 % стеклобоя не снижает ее технологических показателей, то при введении стеклобоя выше 10 %, для обеспечения требуемых прочности, водо-и морозостойкости, требуется использование специальных добавок (известь, нефтеполимерные смолы, катионные ПАВ). Таким образом анализ литературных источников показал, что в настоящее время стеклобой является ценным вторичным ресурсом, позволяющим сократить расходы на использование дефицитных и дорогостоящих сырьевых материалов при производстве широкого спектра строительных материалов. Приведены результат исследований процессов структурообразования, свойств и технических характеристик материалов, полученных с использованием стеклобоя различного химического и дисперсного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://moluch.ru/archive/51/6513/> - УМНОЕ СТЕКЛО В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ
2. Ю. К. Осипов, О.В. Матехина Сибирский государственный индустриальный университет // Стекло в строительстве и архитектуре
3. Онищук В.И., Жерновая Н.Ф., Минько Н.И., Кириенко А.Д., Кузьменко А.А. Строительные материалы на основе стеклобоя // Стекло и керамика. 1999. № 1. С. 5.
4. Вайсман Я.И., Кетов А.А. Воздействие на окружающую среду перспективы переработки стеклобоя // Ресурсосбережение. 2011. С. 78-95.
5. Павлушкина Т.К., Киселенко Н.Г. Использование стекольного боя в производстве строительных материалов // Стекло и керамика. 2011. №5. С. 27–34.
6. <file:///C:/ispolzovanie-stekloboya-v-tehnologii-materialov-stroitel'nogo-naznacheniya> - Использование стеклобоя в технологии материалов строительного назначения.

УДК 721.021.23

Андриянова М.А. (24-МСС-2з, ВКТУ)

ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЯ ШКОЛЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Рассматриваются преимущества BIM-технологий при переоборудовании и реконструкции зданий школ. Изложена последовательность выполнения проектов реконструкции. Технология создания цифровой модели с использованием лазерного сканирования или на основании результатов натурных замеров. Интеграция дополнительных данных в BIM-модель для создания информационной модели школы. Переоборудование помещений с использованием дополнительной и виртуальной реальности. Последовательность решения задачи переоборудования и реконструкции школы.

Ключевые слова: реконструкция, моделирование, переоборудование, модель, школа, проект.

BIM (Building Information Modeling) — это процесс создания и управления цифровыми моделями зданий, который включает в себя не только трехмерное моделирование, но и интеграцию всех данных, связанных со зданием. В отличие от традиционных методов BIM позволяет работать с детализированными данными обо всех аспектах здания: от архитектурных и инженерных решений до информации о материалах, сроках, стоимости и эксплуатации [1]. Пример BIM-модели здания школы приводится на рисунке 1.

В контексте реконструкции BIM позволяет представить текущее состояние здания, смоделировать все изменения и оценить последствия тех или иных решений до начала строительных работ. Это особенно важно для школ, где необходимо учитывать не только комфорт и безопасность, но и требования образовательных стандартов, а также возможное обновление инфраструктуры [2].

Этапы реконструкции существующих зданий школ с использованием BIM-технологий могут быть следующими.

Первым шагом является создание цифровой модели существующего здания. Для этого можно применить метод лазерного сканирования, который позволяет точно зафиксировать все параметры здания, включая его геометрию, состояния фасадов, инженерных систем и внутренних помещений. Сканирование позволяет избежать ошибок, связанных с ручными измерениями и дает точную картину реального состояния объекта.

Для существующих зданий подлежащих реконструкции можно создать цифровую модель с использованием технической и рабочей документации или натурных замеров [3]. После создания цифровой модели ее можно превратить в информационную, обогащая дополнительными данными, которые будут необходимы в процессе технического обслуживания, переоборудования или реконструкции [4].

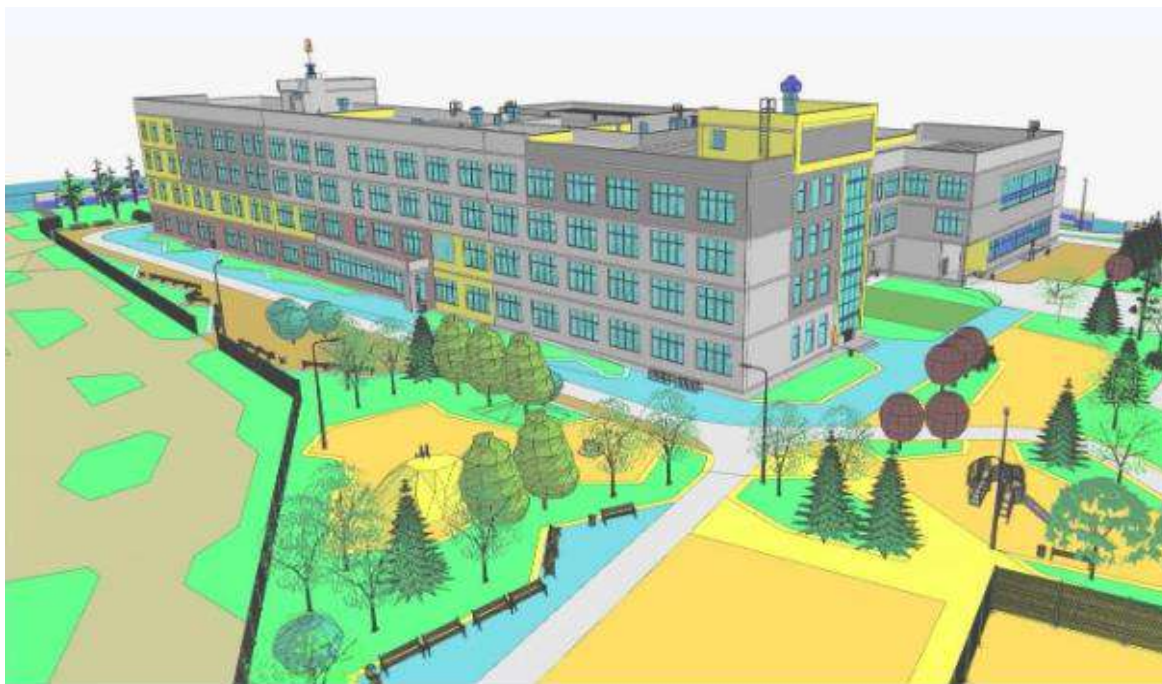


Рисунок 1 - Пример BIM модели здания школы.

На основе полученной цифровой модели проектировщики могут разрабатывать новые решения для переоборудования или реконструкции, проводя виртуальные испытания различных вариантов, что позволяет оценить их эффективность и влияние на остальные системы здания. Все проектные решения, включая архитектурные, конструктивные и инженерные, могут быть интегрированы в одну модель, что обеспечивает полную совместимость всех компонентов проекта.

Использование BIM позволяет проводить подробный анализ потенциальных проблем на этапе проектирования[1,15 с.]. Например, можно проверить, как изменение в структуре здания влияет на системы отопления или вентиляции, а также проанализировать возможные проблемы с доступностью или безопасностью. Это помогает избежать ошибок, которые могут стать дорогостоящими на более поздних этапах.

На этапе реконструкции BIM позволяет точно следить за выполнением работ, контролировать расход материалов и соблюдение сроков. С помощью BIM-менеджеров можно оперативно вносить изменения в модель, если возникают непредвиденные ситуации, а также информировать всех участников проекта о текущем статусе работ. В реальном времени можно отслеживать прогресс, что снижает риск задержек и превышения бюджета.

После завершения реконструкции цифровая модель здания сохраняется и может быть использована для дальнейшего обслуживания и эксплуатации школы. Все изменения в инфраструктуре, такие как установка нового оборудования или модернизация систем отопления, могут быть сразу внесены в модель, что позволяет поддерживать актуальную информацию для будущих ремонтов и обслуживания.

При выполнении проектов реконструкции и переоборудования школ с использованием BIM-технологий очевидны следующие преимущества.

Первое – точность разработанной BIM-модели, которой невозможно достичь при традиционном 2D-проектировании. Неизбежные ошибки в этом случае приводят к возрастанию рисков увеличения стоимости и срыва сроков выполнения работ.

Второе – возможность тестировать различные варианты, прежде чем приступить к работам, помогает избежать ненужных расходов. Также уменьшение числа исправлений и изменений в процессе реконструкции сокращает общий срок реализации проекта.

Третье – упрощение координации между специалистами. В реконструкции участвуют различные специалисты: архитекторы, инженеры, строители и проектировщики. Все они работают с одной моделью, что упрощает коммуникацию и снижает вероятность ошибок, вызванных недопониманием. Модель BIM становится общим источником информации, доступным для всех участников.

Четвертое – возможность управления жизненным циклом здания. BIM-технологии не ограничиваются только проектированием и строительством. Модель здания может использоваться в течение всего его жизненного цикла, включая эксплуатацию и обслуживание. Таким образом, даже спустя годы после реконструкции, здание будет иметь актуальную информацию о состоянии инженерных систем, материалах, сроках обслуживания и ремонтов.

Пятое – это возможность оперативного переоборудования зданий школ при изменениях учебного процесса. Например, при переоборудовании и реконструкции можно учитывать потребности учащихся, создавать инклюзивные и современные пространства для обучения. Использование цифровых технологий также может стать частью образовательной программы, позволяя ученикам ознакомиться с новыми инструментами и подходами в архитектуре и строительстве.

Проектирование современных школ — это комплексный процесс, который включает в себя множество факторов, от удобства и безопасности для учащихся до соблюдения экологических и энергоэффективных стандартов. В последние годы требования к проектированию образовательных учреждений значительно изменились в связи с новыми подходами к обучению, технологическим инновациям и растущими требованиями к устойчивости и безопасности зданий.

Рассмотрим основные современные требования к проектированию школ.

1. **Безопасность и доступность** - включает в себя проектирование эвакуационных выходов с учетом максимальной скорости и безопасности эвакуации. В школах необходимо предусматривать эффективные системы вентиляции, фильтрации воздуха, а также элементы, которые способствуют минимизации распространения заболеваний. Проектирование школ должно учитывать потребности детей с ограниченными возможностями.

2. Энергоэффективность и устойчивость - это включает в себя утепление стен и крыш, использование энергоэффективных окон, установку системы умного управления отоплением и кондиционированием воздуха. Важно также учитывать энергоэффективность всей инженерной инфраструктуры (системы освещения, отопления, водоснабжения и т.д.).

3. Функциональность и гибкость - в условиях современных образовательных подходов требуется проектирование multifunctional и гибких учебных пространств. Это может включать в себя возможность изменения планировки помещений в зависимости от образовательных потребностей. Например, классы могут быть спроектированы так, чтобы их можно было быстро адаптировать для групповых занятий или индивидуальной работы.

4. Экологические и природные компоненты - В проектировании современных школ часто учитываются зеленые зоны: школьные сады, газоны, зоны для прогулок, а также дружелюбные к природе пространства для обучения на открытом воздухе.

5. Социальное взаимодействие и общественные пространства - важно создать пространства, способствующие социальному взаимодействию учеников и преподавателей.

Таким образом, реконструкция здания школы с использованием BIM технологий – это современный подход, который позволяет улучшить качество строительных работ, сократить затраты и время, а также создать комфорт для учащихся и преподавателей. Технология BIM является неотъемлемой частью будущего строительной отрасли, и её внедрение в образовательную инфраструктуру открывает новые возможности для создания современных, безопасных и энергоэффективных образовательных учреждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Материалы III Международной научно-практической конференции / СПбГАСУ. – С.-Петербург, 2020. – 446 с. : ил. – ISBN 978-5-9227-1039-8.
2. Жобалау мен құрылыста BIM-технологиялары - BIM технологии в проектировании и строительстве / М. Ш. Әлинов. - Алматы : Бастау, 2019.
3. Шеина С.Г., Виноградова Е.В., Денисенко Ю.С. Пример применения BIM технологий при обследовании зданий и сооружений // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». 2021. № 6.
4. Чигинский Д.С., Валеев Г.В. Применение BIM-технологий при обследовании строительных конструкций зданий и сооружений // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: матер. IV Междунар. научно-практ. конф. Под общ. ред. А.А. Семенова. СПб.: СПбГАСУ. 2021. С. 248-254. DOI: 10.23968/BIMAC.2021.037.

УДК 721.01:004.9

Ахметбеков С.Б. (23-МСС-2, ВКТУ)

РОЛЬ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

***Аннотация.** Цифровые технологии при нынешнем их развитии позволяют использовать во всех этапах строительства, начиная от создания проекта до эксплуатации зданий. И в строительстве самым быстро развивающимся видом цифровых технологий можно назвать BIM (Building Information Modeling). BIM позволяют создать виртуальную 3D модель здания, которую впоследствии используют в последующих циклах жизни зданий. Также в BIM имеют место быть технологии виртуальной и дополненной реальности. В этой статье рассматриваются технологии виртуальной и дополненной реальности в области строительства, в частности при модернизации анализируются их преимущества и дальнейшее развитие.*

***Ключевые слова:** BIM-технологии, строительство, виртуальная реальность, дополненная реальность.*

VR и AR технологии

Развитие цифровых технологий привело к активному внедрению виртуальной реальности (VR – virtual reality) в различные сферы промышленности, включая строительство. VR представляет собой компьютерную среду, воссоздающую реалистичный трехмерный мир, в котором пользователь может взаимодействовать с объектами в режиме реального времени. Использование VR позволяет улучшить процессы проектирования, визуализации и управления строительными проектами, что приводит к значительному повышению их эффективности.

Виртуальная реальность позволяет архитекторам и инженерам создавать и исследовать сложные трехмерные модели зданий до начала их фактического строительства. Такие технологии, как BIM, интегрированные с VR, позволяют детально анализировать конструктивные решения, выявлять возможные ошибки и вносить корректировки на ранних стадиях.

Преимущества:

- Снижение затрат. Выявление ошибок на ранних стадиях сокращает расходы на исправление дефектов.
- Повышение точности. Трехмерные модели позволяют минимизировать расхождения между проектом и реализацией.

Дополненная реальность AR (англ. augmented reality) - это технологии, которые дополняют реальный мир, добавляя любые сенсорные данные. Несмотря на название, эти технологии могут, как привносить в реальный мир виртуальный данные, так и устранять из него объекты. Возможности AR ограничиваются лишь возможностями устройств и программ [1, с.262].

AR позволяет архитекторам, инженерам и заказчикам просматривать 3D-модели зданий в реальном масштабе и в реальных условиях, накладывая их на

существующую строительную площадку. Это упрощает процесс согласования проекта и позволяет заранее выявлять возможные ошибки в проектных решениях.

Использование AR в строительстве позволяет:

- Накладывать проектные чертежи на реальную местность, что помогает строителям точнее соблюдать параметры проекта.
- Обеспечивать доступ к BIM-моделям непосредственно на стройплощадке, позволяя специалистам в реальном времени сравнивать проект с фактическим состоянием объекта.
- Упрощать коммуникацию между участниками проекта, обеспечивая доступ к актуальной информации на месте.

Сяо ЛИ в своей статье описывает что VR/AR привлекло значительное внимание исследователей и специалистов строительной отрасли. Эти технологии доказали свою эффективность в таких аспектах, как:

- выявление опасных факторов;
- обучение и тренировки по безопасности;
- инспекции и оценка рисков.[2]

Использование VR при модернизации зданий

При модернизации здания могут возникнуть коллизии, которые обусловлены добавлением новых строительных конструкции или нового оборудования в промышленных зданиях. Для выявления коллизии до этапа строительства и размещения оборудования создается 3D модель здания, данные для которого были предварительно собраны при ходе обследования обычным методом замеров, либо можно воссоздать 3D модель с помощью сканирования здания с технологией облака точек.

В данный момент рассматривается использование данной технологии на примере здания цеха по переработке семян подсолнечника. Здание цеха по переработке семян подсолнечника имеет прямоугольную форму в плане с размерами в осях А-И, 1-8, равными 34.2×39 м (Рисунок 1). К нему со стороны оси 1 между рядами Е-Ж пристроена входная группа размером в осях 3.6×6 м. Основная производственная часть цеха располагается в осях В-И, 3-8, где размещается технологическое оборудование по получению ядра подсолнечника и где будет производиться замена оборудования.

Основная производственная часть имеет размеры в осях В-И, 3-8, равные 28.2×30 м. Она представляет собой одноэтажное однопролётное здание со стальным каркасом. Каркас состоит из поперечных рам пролётом 30 м, расположенных с шагом 6 м (за исключением торцевой поперечной рамы по ряду И, которая имеет шаг 4.2 м). Высота цеха до низа несущей конструкции покрытия на опоре 9.1 м; до карниза крыши 10.55 м, до конька крыши 12.25 м.

В качестве несущей конструкции покрытия применена трапецевидная ферма с треугольной решёткой и впарушенным нижним поясом. Элементы фермы выполнены из прямоугольных труб, соединяемых в узлах с помощью сварки сечений по контуру касания.

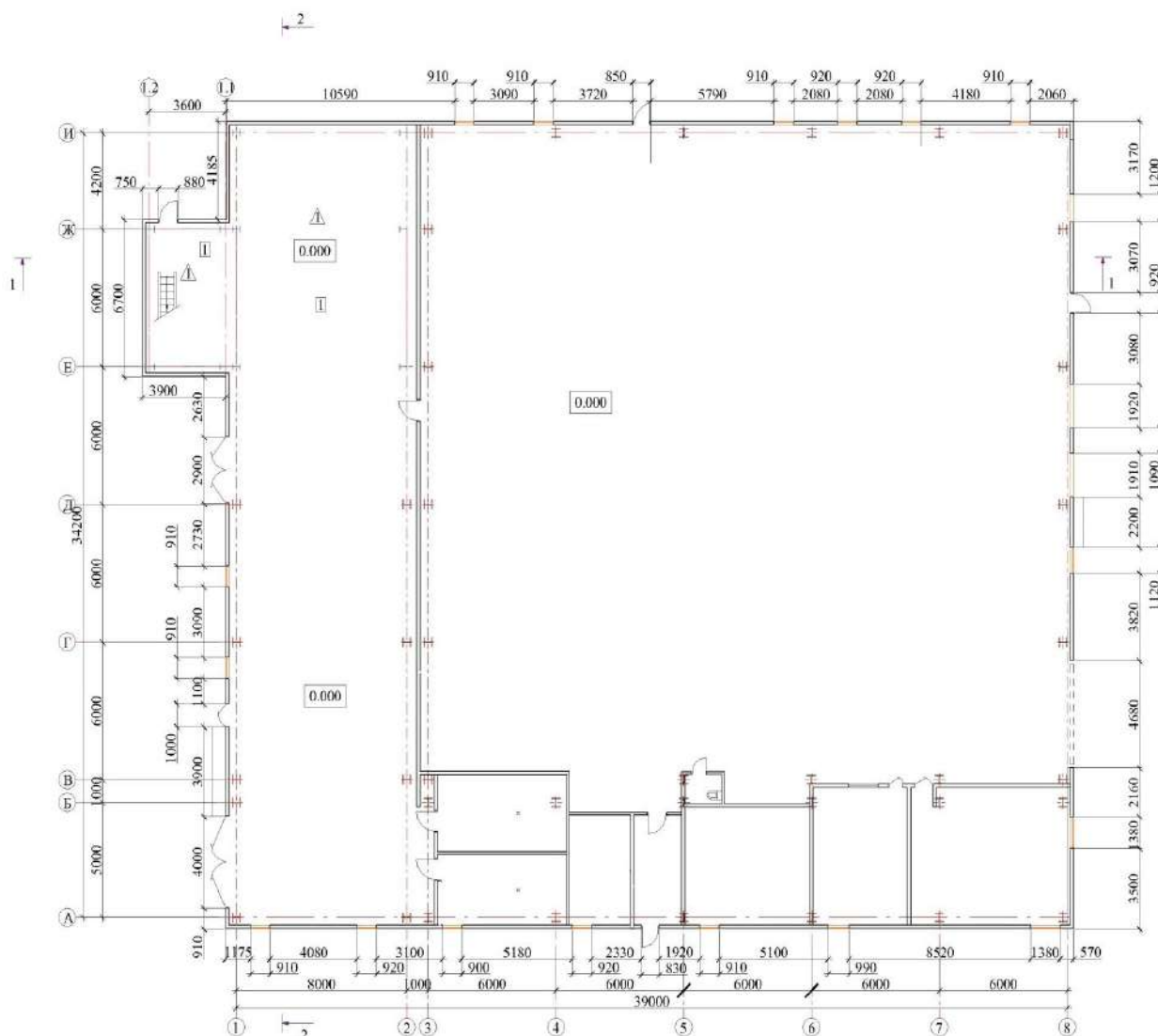


Рисунок 1 – План здания

Воссоздав модель здания в программе Autodesk Revit 2024 (Рисунок 2), используя собранные данные и разместив по проекту условные модели оборудования, которые соответствуют реальным габаритам, были обнаружены коллизии, заключающиеся в примыкании оборудования к конструкциям здания (Рисунок 3).

Это можно проверить путем экспорта модели в программу Autodesk Naviswork, в которой доступна проверка наличия коллизий. Для проверки наличия коллизий используется функция Clash Detective, как показано на рисунке 4. Стоит учесть, что неправильно созданная модель может выдавать коллизии, которых можно было бы избежать при правильном построении 3D модели. Указанные на рисунке 4 “Конфликты”, за исключением “Конфликт33” является ошибкой при создании модели, а не ошибкой при проектировании.

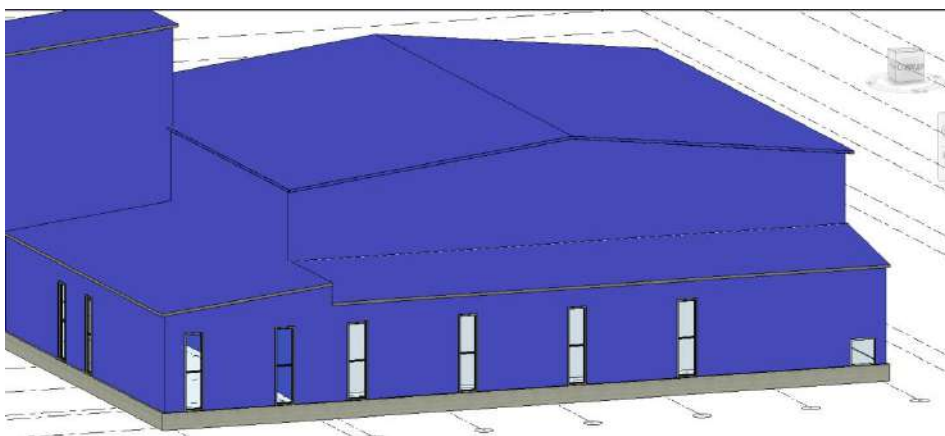


Рисунок 2 – 3D- модель здания цеха по переработке семян подсолнечника

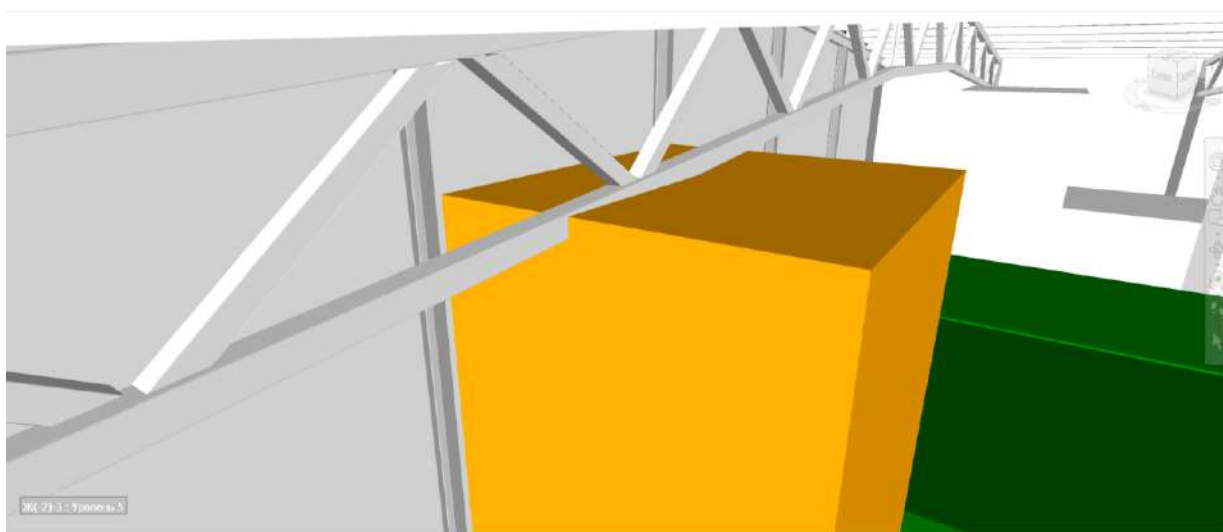


Рисунок 3 – Примыкание элемента фермы и оборудования

Стоит упомянуть, что у программных обеспечений Autodesk Revit и Autodesk Naviswork есть свои недостатки. Например, в своей статье [3] авторы описывают проблемы, которые могут возникнуть при проверке коллизий в программах Autodesk. В [4] сравнивается возможность Autodesk Naviswork (AN в дальнейшем) и Solibri Model Checker (SMC в дальнейшем), где AN значительно уступает SMC в проверке коллизий.

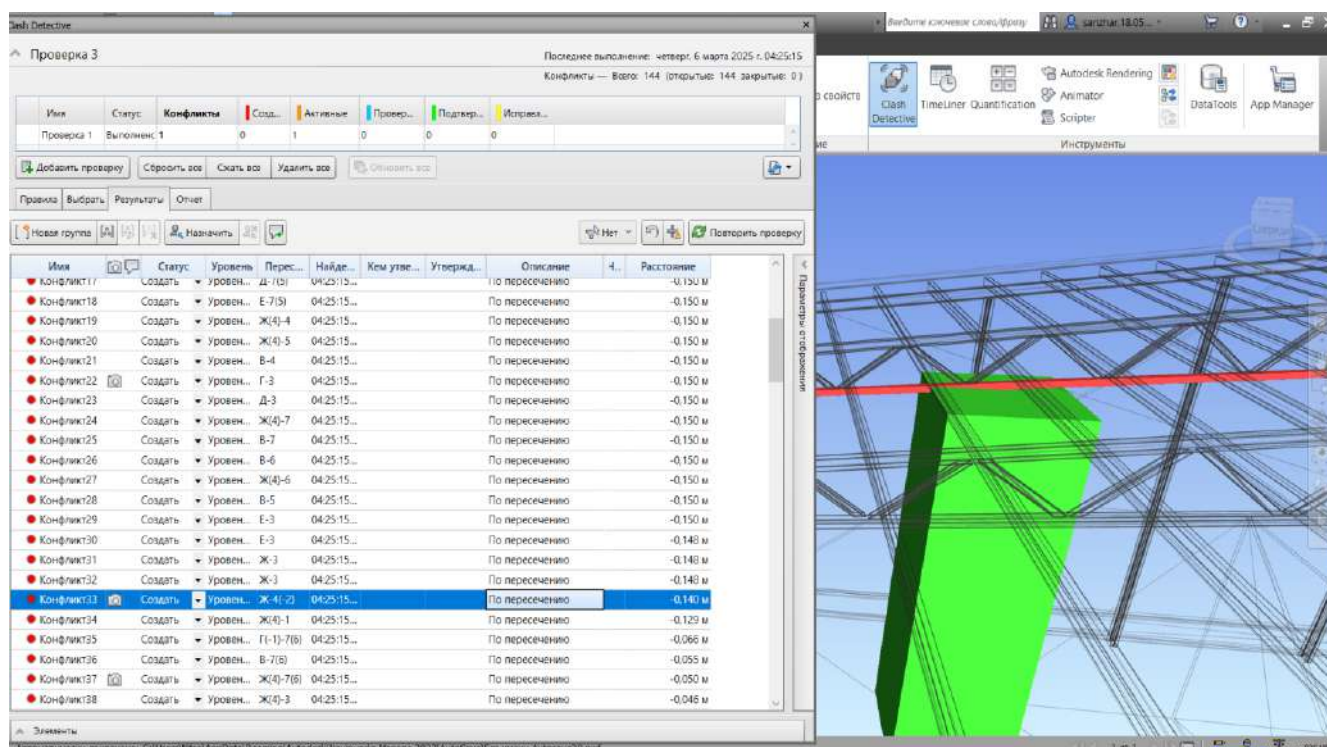


Рисунок 4 – Проверка коллизии

В нынешней ситуации большинстве случаев не строятся новые производственные здания, а модернезируются уже имеющиеся, AR/VR технологии играют ключевую роль в развитии строительной отрасли, способствуя повышению точности, эффективности и безопасности процессов. Несмотря на существующие ограничения, дальнейшее развитие AR/VR-технологий и их интеграция с BIM приведут к еще более широкому их применению в строительстве. Подытожив, можно сказать, что AR/VR технологии могут стать неотъемлемой частью строительной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольдин А. А., Перспективы развития технологий дополненной и виртуальной реальности в строительстве. // Форум молодых ученых. 2018. №7 (23).
2. Xiao Lia , Wen Yib , Hung-Lin Chia , Xiangyu Wangc,d , Albert P.C., Chana A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety // Automation in Construction 86 (2018) 150–162.
3. Червова Н.А., Лепешкина Д.О., Коллизии инженерных систем при проектировании в BIM платформах, Строительство уникальных зданий и сооружений, 2018, №3(66). С. 7-18.
4. В. С. Лоткин. Анализ технологий проверки коллизий информационной модели в строительстве. // Строительство — формирование среды жизнедеятельности [Электронный ресурс]: сборник материалов семинара молодых учёных XXV Международной научной конференции (г. Москва, 20–22 апреля 2022 г.).

УДК 624.014

Аяганов Р.М. (23-МСС-2, ВКТУ)

ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЯ КРОВЛИ ИЗ ПРОФИЛИРОВАННОГО НАСТИЛА ПРИ ВИХРЕВОМ ШКВАЛЕ

***Аннотация.** Подчеркнуты преимущества кровель из профилированного стального настила по сравнению с кровлями из рулонных материалов. Приведен пример разрушения кровли от ветрового шквала. Изложено конструктивное решение покрытия. Определены причины разрушения. Отмечены наиболее нагруженные ветром участки. Даны рекомендации по восстановлению кровли. Обращено внимание на выполнение проверочного расчета на ветровую нагрузку. Сформулированы предложения по изменению конструкций крепления.*

***Ключевые слова:** профилированный настил, отрыв кровли, вихревой шквал, крепление настила, самонарезающие болты, шурупы.*

Кровли из профилированного стального настила в последние годы нашли широкое применение. Они обладают рядом преимуществ по сравнению с кровлями из рулонных материалов: высокой долговечностью, простотой монтажа, отсутствием опасных горячих материалов, применяемых в технологии выполнения работ.

Однако такие кровли применяются при сравнительно больших уклонах скатов крыши, которые должны быть не менее 10%. Крепление листов из профилированного настила должно быть надежным для восприятия расчетных значений ветровых нагрузок [1].

Рассмотрим пример использования такой кровли при реконструкции промышленного здания и проанализируем причины повреждения при действии ветровой нагрузки.

Покрытие выполнено по сегментным железобетонным фермам в виде панели-сэндвича полистовой сборки. Оно состоит из двух слоёв профилированного стального настила: верхнего марки Н75×750×0.8 с полимерным антикоррозионным покрытием и нижнего марки НС44×1000×0.7, оцинкованного. Покрытие опирается на стальные прогоны из швеллеров №20, установленные с шагом 1.5 м. Между слоями профилированного настила над прогонами установлены рёбра жёсткости (обрешётка под кровлю) из швеллеров № 12.

В связи с коррозионным износом кровельного настила, вызванного отложениями конденсационной влаги, была выполнена его замена. Одновременно была увеличена толщина утеплителя из минераловатного материала. Это потребовало установить на швеллеры обрешётки деревянные бруски сечением 50×50 мм, служащие теплоизолирующей прокладкой, исключающий появление "мостика холода" (рисунок 1). Между обшивками расположен слой пароизоляции из полиэтиленовой плёнки и лёгкий минераловатный утеплитель.

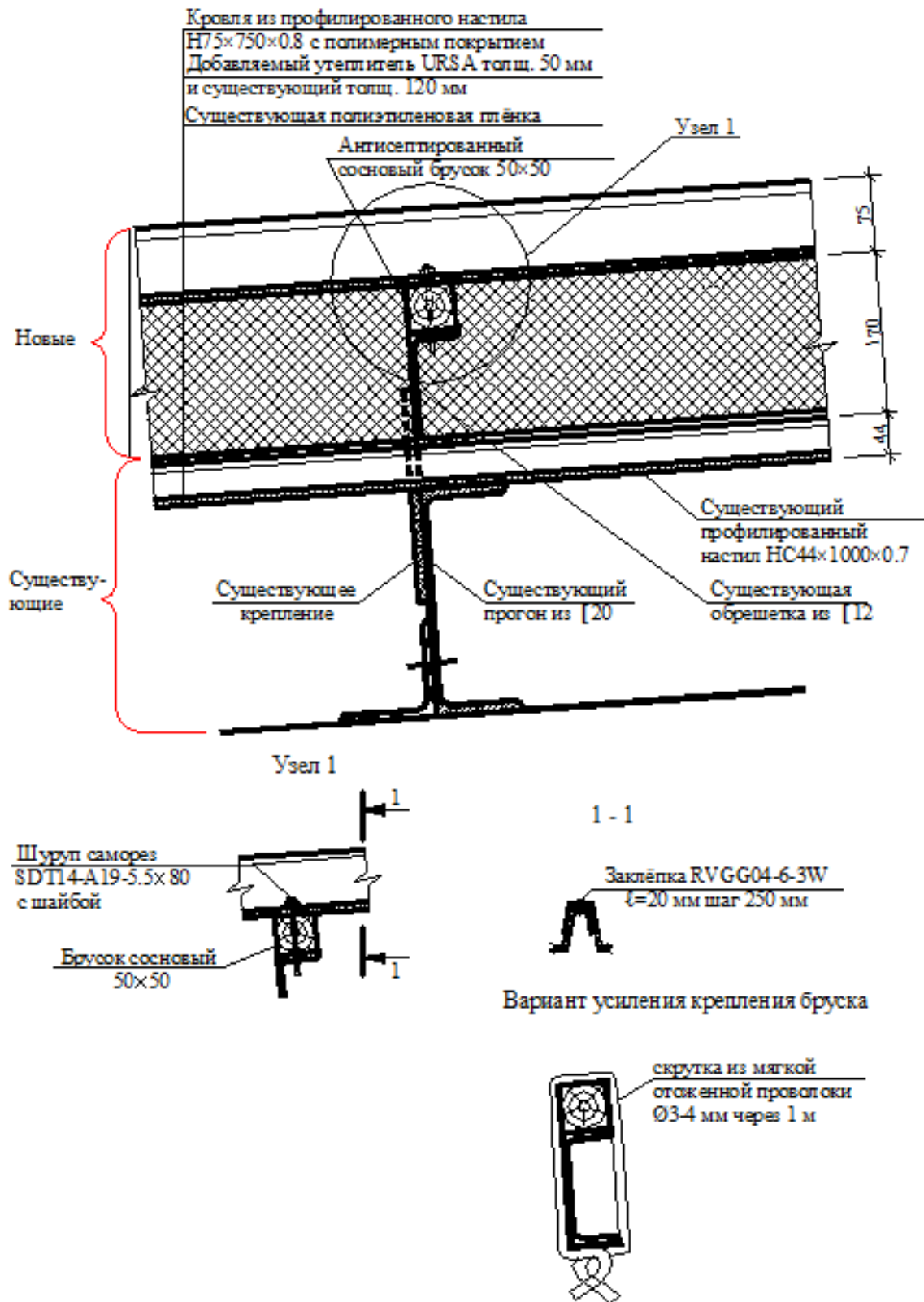


Рисунок 1 – Конструкция покрытия из панелей-сэндвичей полистовой сборки

Крепление швеллеров обрешётки к прогонам выполнено при помощи стержней диаметром 10 мм, проходящих сквозь нижний слой профилированного настила. Стержни приварены к стенкам швеллеров со стороны обушков угловыми сварными швами.

Для опирания прогонов покрытия на верхний пояс сегментных ферм в опорном и промежуточном узле установлены специальные опорные стульчики в виде стальных стоек. В результате поперечное сечение крыши приобрело ломаное очертание с уклонами от конька до промежуточного узла $i = 0.086$ (верхний участок) и от промежуточного узла до карниза $i = 0.265$ (нижний участок). Водоотвод атмосферных осадков с крыши наружный неорганизованный.

Кровельный настил согласно проекта должен крепиться к швеллерам обрешётки самонарезающими шурупами. Шурупы ставятся на крайних прогонах по концам листов кровельного настила в каждой волне; на промежуточных прогонах – через волну. Между собой по продольной волне в местах нахлёстки соседние листы соединяются комбинированными заклёпками марки RVGG04-6-3W длиной 20 мм, расположенными с шагом 250 мм.

Для крепления стоек ограждения проектом было предусмотрено расположение в верхней волне кровельного настила деревянного бруска сечением 75×75 мм, длиной 1600 мм, опирающегося на швеллеры обрешётки. Снаружи к этому бруску с помощью саморезов в местах опирания стоек ограждения крепились стальные листовые прокладки толщиной 4 мм. После этого стойки приваривались к прокладкам сварочными прихватками.

При действии ветровой нагрузки в виде вихревого шквала произошло разрушение кровли (рисунок 2).

Обследование кровли производилось в соответствии с нормативными документами [4, 5]. В результате было установлено, что разрушение кровли началось с угла здания, где продольная стена пересекается с торцевой [2].

В дальнейшем ветровым потоком было выдавлено окно, в результате чего резко повысилось давление воздуха в цехе. Сброс этого давления произошел через покрытие – оторвались листы профилированного настила.

На всех участках кровельный настил оторван вместе с деревянными брусками (рисунок 3). На участке вблизи угла здания он оторван вместе с двумя швеллерами обрешётки, расположенными вблизи карниза. На всех участках разрушены крепления и удалены элементы ограждения. В коньковом узле накладки из листовой стали в отдельных местах оторваны и деформированы. При этом несущие прогоны покрытия из швеллеров № 20 повреждений не получили.

Крепление кровельного настила осуществлялось с помощью саморезов. Деревянный брусок сначала крепился к верхней полке швеллера обрешётки саморезами, затем к нему крепился кровельный профнастил тоже саморезами.

Отрыв крайних элементов обрешётки вблизи узла крепления объясняется тем, что крайний швеллер не был закреплён к нижнему прогону, так как он располагался над кирпичной кладкой стены, где прогона нет.



Рисунок 2 – Поврежденный участок кровли



Рисунок 3 – Оторванные кровельные листы
вместе с деревянными брусками лежат на земле

Причиной разрушения кровли из профилированного настила явилось несоответствие количества шурупов, соединяющих листы в месте нахлёстки, проекту. Шаг шурупов должен быть равен 250 мм, а на самом деле равнялся 1000-1200 мм. Для предотвращения отрыва деревянных брусков необходимо усилить узлы крепления с помощью скруток из мягкой проволоки.

При разработке проекта восстановления кровли необходимо выполнить следующую работу:

1. Произвести проверочный расчет креплений кровельного настила.
2. Обеспечить строгое соблюдение условий крепления, которые регламентируются сводом правил [3].
3. На участках в угловой зоне и вблизи карниза, где действует повышенная ветровая нагрузка, деревянные прокладки из брусков заменить на стальные квадратные трубы сечением 50×5 мм.
4. Над крайними элементами обрешётки установить снегозадерживающие уголки сечением 63×5 мм, закрепляемые с помощью саморезов к квадратной трубе. К уголкам будут крепиться стойки ограждения при помощи сварочных прихваток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП РК 3.02-137-2013. Крыши и кровли / Комитет по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан, Астана, 2015. – 51 с.
2. НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017. Нагрузки и воздействия на здания. Часть 1.3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3: 2003/2011). Часть 1.4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4: 2003/2011 / Комитет по делам строительства и жил. – ком. хозяйства Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 181 с.
3. СП РК 2.03-30-2017*. Строительство в сейсмических зонах / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2018. – 111 с.
4. СП РК 1.04-101-2012. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015.
5. СП РК 1.04-110-2017. Обследование, оценка технического состояния и сейсмоусиление зданий и сооружений / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 49 с.

УДК 691

Эбен А. (24-МСС-1, ВКТУ), Кропачев П.А. (ассоциированный профессор КарТУ им.А.Сагинова)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ И ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ НАДЕЖНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

***Аннотация.** Статья посвящена разработке методики оценки влияния дефектов и повреждений на несущую способность и эксплуатационную надежность строительных конструкций. В работе рассмотрены основные виды дефектов, их классификация и влияние на прочностные характеристики конструкций. Описаны методы диагностики дефектов, включая неразрушающие (ультразвуковое исследование, термография, рентгеновские методы) и разрушительные методы контроля, а также их роль в своевременном выявлении повреждений. Также в статье представлен алгоритм оценки воздействия дефектов на эксплуатационные характеристики зданий и сооружений, который включает диагностику, моделирование, расчет остаточной прочности и рекомендации по усилению конструкций. Рассматриваются примеры из практики, которые иллюстрируют применение предложенной методики. Работа акцентирует внимание на важности регулярной оценки состояния конструкций и профилактических мероприятий для обеспечения их безопасной эксплуатации на протяжении всего срока службы [1, с.15], [2, с.34].*

***Ключевые слова:** дефекты, повреждения, несущая способность, эксплуатационная надежность, неразрушающие методы контроля, остаточная прочность, строительные конструкции.*

Введение

Современные строительные объекты сталкиваются с целым рядом внешних факторов, которые могут вызвать дефекты и повреждения строительных конструкций. Эти повреждения часто оказывают значительное влияние на несущую способность, долговечность и эксплуатационную надежность зданий и сооружений. Важно отметить, что дефекты могут развиваться как по мере эксплуатации объекта, так и на стадии его строительства [3, с. 20], [4, с. 45]. Оценка состояния конструкций и влияние дефектов на их несущую способность является важнейшей задачей для проектировщиков, инженеров и специалистов по эксплуатации [5, с. 50].

Несущая способность конструкции определяет ее способность выдерживать нагрузки, которые могут быть приложены в процессе эксплуатации, включая постоянные, переменные и аварийные нагрузки [2, с. 10].

Эксплуатационная надежность связана с сохранением всех функциональных и эксплуатационных характеристик конструкции в течение всего периода ее эксплуатации [4, с. 32]. Влияние дефектов и повреждений

может быть достаточно значительным и привести к преждевременному выходу конструкции из эксплуатации, если своевременно не принять меры [5, с. 12].

Разработка методики оценки воздействия дефектов и повреждений на строительные конструкции — это задача, требующая использования различных методов диагностики, теоретических моделей и практических расчетов. В данной статье будут рассмотрены методы диагностики дефектов, влияние повреждений на несущую способность конструкций, а также предложены методы расчета остаточной прочности и разработка методики оценки рисков для эксплуатации [3, с. 28], [4, с. 46].

1. Понятие дефектов и повреждений строительных конструкций

1.1. Определение и классификация дефектов

Дефекты в строительных конструкциях могут возникать на различных стадиях: проектирования, строительства и эксплуатации. Дефектами называются отклонения от нормального состояния элементов конструкций, которые приводят к ухудшению их эксплуатационных свойств [2, с. 25].

Дефекты можно классифицировать по следующим признакам [3, с. 17], [5, с. 40]:

- **По происхождению:**

- **Проектные дефекты:** ошибки проектирования или неверный расчет.

- **Строительные дефекты:** дефекты, возникшие из-за нарушений строительных норм или технологий.

- **Эксплуатационные дефекты:** дефекты, вызванные воздействием внешних факторов, таких как коррозия, механическое воздействие, перегрузки.

- **По характеру дефекта:**

- **Физические дефекты:** разрушения, трещины, деформации.

- **Химические дефекты:** коррозия, взаимодействие материалов с внешней средой (например, с влагой или агрессивными веществами).

- **Механические дефекты:** потеря прочности, износ и усталость материалов.

- **По влиянию на эксплуатацию:**

- **Критичные дефекты:** те, которые могут привести к нарушению безопасности эксплуатации конструкции.

- **Незначительные дефекты:** не оказывающие заметного влияния на функциональность, но требующие внимания для предотвращения дальнейших повреждений.

1.2. Повреждения строительных конструкций

Повреждения строительных конструкций представляют собой реальные изменения в материале или форме конструкции, которые приводят к ухудшению эксплуатационных характеристик. Повреждения могут быть различными по своей природе [4, с. 18], [5, с. 58]:

- **Механические повреждения:** включают трещины, сдвиги, деформации, пробои, которые возникают из-за неправильных расчетов, а также вследствие перегрузок или длительного воздействия внешних факторов.

- **Коррозия:** процесс разрушения металлов и бетонных конструкций под воздействием химических веществ, влаги и воздуха.

- **Износ:** постепенное разрушение материала вследствие многократных циклов нагружений и воздействий.

Каждое из повреждений может существенно влиять на прочность и долговечность конструкций, что делает их своевременную диагностику крайне важной для безопасной эксплуатации [2, с. 30], [3, с. 25].

2. Влияние дефектов и повреждений на несущую способность конструкций

2.1. Основные механизмы влияния дефектов на прочность

Дефекты, независимо от их происхождения, могут влиять на конструкцию различными способами. Рассмотрим основные механизмы воздействия дефектов на прочность и жесткость строительных конструкций [1, с. 22], [4, с. 50].

1. **Изменение геометрии элемента:** Трещины и другие повреждения могут изменять геометрическую форму конструкции. Например, продольные трещины в балке уменьшают сечение элемента, что может привести к снижению его несущей способности.

2. **Концентрация напряжений:** Местные повреждения, такие как трещины или коррозия, создают зоны с концентрацией напряжений. В этих зонах прочность материала значительно ниже, что может ускорить прогрессирующее разрушение.

3. **Прогрессирование дефектов:** Некоторые дефекты могут развиваться со временем. Например, коррозия в металлических элементах или износ в железобетонных конструкциях могут усугубляться, что приводит к полному разрушению конструктивных элементов.

4. **Потеря прочности материала:** Дефекты в строительных материалах (например, коррозия арматуры в железобетонных конструкциях) могут привести к значительному снижению прочности материала, что прямо влияет на несущую способность всей конструкции.

2.2. Влияние дефектов на эксплуатационную надежность

Эксплуатационная надежность — это способность конструкции сохранять свою работоспособность в условиях эксплуатационных нагрузок на протяжении всего срока службы [3, с. 30], [5, с. 47]. Дефекты и повреждения могут существенно снизить эксплуатационную надежность конструкций. Например:

- **Коррозия арматуры в железобетоне:** По мере развития коррозионных процессов в железобетонных конструкциях теряется прочность стальной арматуры, что снижает общую прочность и долговечность конструкции [4, с. 22].

- **Трещины в бетоне:** Могут ухудшить теплоизоляционные свойства конструкции, привести к утечкам воды или воздуха, а также привести к увеличению расходов на обслуживание здания.

Для сохранения эксплуатационной надежности конструкций необходимо регулярно проводить диагностику и анализ состояния дефектов.

3. Методы диагностики дефектов и повреждений

3.1. Неразрушающие методы контроля (НК)

Основными методами диагностики являются неразрушающие методы контроля, которые позволяют выявить дефекты без разрушения конструкций [1, с. 36], [3, с. 52], [5, с. 40].

1. **Ультразвуковое исследование:** Этот метод используется для выявления трещин и других дефектов, которые могут находиться внутри материала. Ультразвуковые волны проходят через материал, и по времени их прохождения можно определить наличие дефектов.

2. **Термография:** Этот метод позволяет обнаружить аномалии температуры на поверхности строительных конструкций. Такие аномалии могут свидетельствовать о наличии скрытых дефектов, таких как трещины или утечки воды.

3. **Рентгеновский и гамма-методы:** Применяются для оценки состояния металлоконструкций и бетонных элементов. Эти методы позволяют исследовать внутреннюю структуру материала, выявляя коррозию, пустоты и другие дефекты.

4. **Магнитный метод:** Используется для контроля арматуры в железобетонных конструкциях. Магнитные поля могут выявить изменения в структуре металла, например, коррозию или изломы.

3.2. Разрушительные методы контроля

В случае, если неразрушающие методы не позволяют точно оценить состояние конструкции, могут быть использованы разрушительные методы контроля [4, с. 15], [5, с. 62]:

1. **Испытания на растяжение и сдвиг:** Эти испытания позволяют проверить прочностные характеристики материала, выявив его способность сопротивляться различным внешним воздействиям.

2. **Лабораторные исследования:** Для более точной диагностики иногда требуется извлечение образцов материала и их исследование в лабораторных условиях.

4. Разработка методики оценки влияния дефектов

4.1. Алгоритм оценки влияния дефектов

Процесс оценки воздействия дефектов и повреждений на несущую способность строительных конструкций может быть разделен на несколько этапов [1, с. 44], [4, с. 35]:

1. **Диагностика дефектов.** На первом этапе проводится диагностика состояния конструкции с помощью различных методов контроля, как визуальных, так и с применением неразрушающих методов.

2. **Оценка характеристик повреждений.** После выявления дефектов необходимо оценить их размеры, локализацию, а также возможное влияние на несущую способность и эксплуатационную надежность.

3. **Моделирование поведения конструкции.** Для точной оценки влияния дефектов используется математическое моделирование, которое позволяет прогнозировать поведение конструкции под действием различных нагрузок. В расчетах принимаются во внимание дефекты и их влияние на распределение напряжений.

4. **Расчет остаточной несущей способности.** С использованием специализированных программ и расчетных методов выполняется оценка остаточной несущей способности конструкции с учетом дефектов.

5. **Разработка рекомендаций по ремонту или усилению конструкции.** На основе результатов расчетов разрабатываются рекомендации по ремонту или усилению конструкции для восстановления ее эксплуатационных характеристик.

4.2. Пример применения методики

Возьмем пример железобетонной балки, в которой выявлены трещины в верхней части. Для оценки остаточной прочности проводится ультразвуковое исследование, которое позволяет определить глубину и длину трещин. Далее с помощью метода конечных элементов рассчитывается, как эти дефекты повлияют на распределение нагрузки на балку и ее остаточную несущую способность. На основе этих данных разрабатывается план ремонта, который включает усиление балки с использованием стальных накладок или дополнительных арматурных стержней [3, с. 33], [5, с. 56].

5. Заключение

Оценка влияния дефектов и повреждений на несущую способность и эксплуатационную надежность строительных конструкций является важной частью инженерной практики [4, с. 50], [5, с. 60]. Применение современных методов диагностики, таких как ультразвуковое исследование и термография, позволяет своевременно выявлять дефекты и минимизировать их влияние на эксплуатационные характеристики объектов [1, с. 30]. Разработка методики оценки остаточной прочности и эксплуатационной надежности конструкций дает возможность точно определить, насколько безопасна эксплуатация конструкции и какие меры необходимо предпринять для ее ремонта и усиления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозеров, В. И. Теория и методы оценки прочности строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 2009.
2. Давидович, А. С., Михайлов, А. А. Методики анализа дефектов и повреждений в строительных конструкциях. – СПб: Научная книга, 2014.
3. Иванов, А. П. Неразрушающий контроль строительных материалов. – М.: Машиностроение, 2011.
4. Козлов, В. П. Механика разрушения строительных конструкций. – М.: Издательство МГТУ, 2013.
5. Шестаков, А. М. Эксплуатационная надежность строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 2016.

УДК 693.81

Бабичев А.А. (24-МСС-2, ВКТУ)

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЕВРОКОДОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СТРАНАХ СНГ

Аннотация. В данной статье проводится комплексный анализ нормативной документации в строительстве, с акцентом на эволюцию отечественных стандартов СНиП и их замену современными Еврокодами (EN). Рассматриваются теоретические основы формирования нормативных документов, история развития СНиП и Еврокодов, а также обоснование необходимости перехода от традиционных консервативных методов к гибким и динамичным подходам. Особое внимание уделено анализу практического опыта переходных процессов в Республике Беларусь и Казахстане, выявлению основных проблем, разногласий и преимуществ внедрения новых стандартов.

Ключевые слова: СНиП, Еврокоды, нормы проектирования, нормативная документация, болтовые соединения, сварные соединения.

Нормативная документация в строительстве занимает фундаментальное место в обеспечении безопасности, экономичности и долговечности объектов. На протяжении десятилетий отечественная строительная практика базировалась на системе СНиП, которая, благодаря консервативным подходам и эмпирическим данным, обеспечивала высокий запас прочности конструкций. Однако современные вызовы, связанные с инновационными технологиями, динамическими нагрузками и глобализацией инженерных стандартов, требуют адаптации нормативной базы. Еврокоды, разработанные на основе новейших научных достижений в области динамического анализа и вероятностных методов, представляют собой перспективное решение, позволяющее оптимизировать проектные решения. Цель данной работы – провести сравнительный анализ СНиП и Еврокодов, оценить необходимость перехода на новые стандарты, а также рассмотреть примеры переходных процессов в Казахстане и Беларуси.

Нормативная документация представляет собой совокупность правил, стандартов, методик и технических регламентов, направленных на регулирование процессов проектирования, строительства, эксплуатации и реконструкции объектов.

Система строительных норм и правил (СНиП) зародилась в советский период, когда стремительный индустриальный рост требовал создания надёжных и универсальных стандартов. Этапы формирования СНиП включают три основных этапа. Период становления (1930–1950 гг.), первые нормативные документы создавались на основе практического опыта и эмпирических данных, с акцентом на безопасность и экономичность. Этап стандартизации (1960–1980 гг.), с накоплением инженерного опыта и развитием технологий СНиП претерпели значительные изменения, включив более детализированные методики расчёта и новые показатели надёжности. Поздний этап (1990-е –

начало 2000-х гг.), СНиП оставались основой нормативного регулирования в строительстве, однако с развитием новых технологий и материалов возникла необходимость их модернизации. Основная цель СНиП обеспечить максимально надежное проектирование за счёт использования консервативных коэффициентов и эмпирически обоснованных методик расчёта.

Еврокоды (EN) появились в рамках Европейского союза как ответ на вызовы модернизации и необходимости гармонизации национальных стандартов. Основные этапы формирования Еврокодов. Инициирование (1980–1990-е гг.), в период активного развития динамического анализа и вероятностных методов возникла потребность в универсальных стандартах, способных учитывать как статические, так и динамические нагрузки. Внедрение (конец 1990-х – начало 2000-х гг.), Еврокоды начали постепенно заменять устаревшие национальные нормы, предоставляя возможность адаптации нормативов к региональным особенностям. Комплекс Еврокодов состоит из нескольких частей, общие положения (EN 1990) определяют базовые принципы проектирования, специализированные нормы (EN 1991 – EN 1999) где каждая серия посвящена отдельному типу конструкций, региональные модификаторы (Национальные приложения) позволяют адаптировать стандарты к местным климатическим, геологическим и сейсмическим условиям. Основные цели Еврокодов заключается в повышении точности инженерных расчётов.

Переход от СНиП к Еврокодам обусловлен несколькими ключевыми факторами. Современные методы расчёта, основанные на динамическом моделировании и вероятностном анализе, позволяют более рационально подходить к проектированию. Единство стандартов облегчает интеграцию в мировую практику и сотрудничество с зарубежными партнерами. Новые нормативы учитывают влияние климатических изменений, сейсмических рисков и других динамических факторов.

Переход Беларуси от СНиП к Еврокодам сопровождался комплексным анализом существующей нормативной базы. Краткая история внедрения Еврокодов в Республике Беларусь. С 1 января 2010 года Еврокоды были введены в действие на альтернативной основе. В декабре 2014 года издан приказ о полном переходе на Еврокоды и отмене СНиП. Однако в сентябре 2017 года вышел новый приказ, который вновь разрешил альтернативное использование СНиП II-23-81*, что вызвало путаницу среди инженеров. Для разъяснения ситуации 10 ноября 2017 года министерство выпустило специальное разъяснение, подчеркнув, что, несмотря на возврат альтернативного использования СНиП II-23-81*, сбор нагрузок и сочетания воздействий следует определять только по ТКП EN (Еврокод) [1]. Таким образом, в Беларуси Еврокоды являются основными нормативами в строительстве, с возможностью использования отдельных положений СНиП в определенных случаях. Решение о возможности альтернативного использования СНиП II-23-81* связано с трудностями внедрения еврокодов, включая сложность адаптации новых стандартов, отсутствие четких разъяснений по некоторым положениям и нехватку подготовленных специалистов [2].

В Казахстане переход на Еврокоды осуществлялся поэтапно. С 2010 года началась систематизация отечественного и зарубежного опыта технического регулирования, что привело к выводу о необходимости реформирования нормативной системы в строительстве и архитектуре. Процесс перехода включал несколько ключевых этапов. Первый этап – это разработка национальных стандартов (2010–2015 гг.) – были созданы 58 строительных норм (СН РК EN 1990–1999) с национальными приложениями, учитывающими климатические и геологические особенности страны [3]. Второй этап это - переходный период и обучение (2015–2020 гг.) – осуществлялся переход на новую нормативную систему, проводилась переподготовка специалистов, апробация Еврокодов и корректировка национальных приложений [4]. Третий этап это - полный переход и оценка результатов (с 2020 г.) – официальное внедрение Еврокодов, анализ их применения и внесение корректировок для повышения безопасности и долговечности конструкций [5].

Рассмотрим основные проблемы, одна из главных сложностей – нехватка специалистов, хорошо владеющих Еврокодами. В советский период инженеры и проектировщики работали по СНиП, а переход на новую систему потребовал переобучения. Несмотря на проведение тренингов и семинаров, многие инженеры до сих пор испытывают трудности с применением новых расчетных методов. Разнотечения в нормативной базе. При переходе на Еврокоды Казахстан разработал национальные приложения, адаптированные под местные условия. Однако некоторые положения в них не полностью согласованы между различными нормативными актами. Например, разные подходы к учёту нагрузок и материалов, что затрудняет работу инженеров. Недостаточная проработанность сейсмических норм, так как Еврокоды изначально не предназначены для регионов с высокой сейсмической активностью

Опыт обеих стран демонстрирует, что комплексный и поэтапный подход к переходу позволяет не только улучшить качество проектирования, но и создать более эффективную систему нормативного регулирования. Такой подход способствует повышению безопасности и долговечности строительных объектов, а также обеспечивает их конкурентоспособность на международном уровне.

В рамках данной статьи, я планирую проанализировать различия норм касательно одного из аспектов проектирования стальных конструкций, а именно конструирование болтовых и сварных соединений. Расчет и конструирование соединений в СНиП рассматриваются в рамках нормативного документа СНиП РК 5.04-23-2002 [6], а в Еврокодах в рамках СП РК EN 1993-1-8:2005/2011[7].

Еврокод накладывает ограничения на применяемые в конструкциях сварочные материалы, болты, гайки и шайбы: проектировщик должен использовать материалы, соответствующие ссылочным стандартам, приведенным в п. 1.2.4 и 1.2.5 EN 1993-1-8 [8, с. 25]. Отличия в конструировании болтовых соединений по СНиП РК 5.04-23-2002 приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Отличия в конструировании болтовых соединений

Параметр	СНиП РК 5.04-23-2002	EN 1993- 1- 8
Применение метизов по ГОСТ	Да	Не допускается (только соответствующие ссылочным стандартам EN ISO)
Разрешенные к применению Болты классов прочности	5,6, 5,8, 8,8 ... 12,9	4,6–10,9
Разрешенные к применению болты классов прочности с предварительным натяжением	10,9, 12,9	8,8, 10,9
Возможность установки высокопрочных болтов в овальные отверстия	Не допускается	Да
Срез одной плоскости	По площади болта брутто А (резьба не должна проходить через плоскость среза)	По площади болта брутто А или нетто As (резьба может проходить через плоскость среза)
Применение комбинированных соединений (высокопрочные болты и сварка)	Нет	Да (натяжение высокопрочных болтов производится после окончания выполнения сварочных работ)

Расчет сварных швов в части 1-8 Еврокода 3 производится по эффективной высоте сварного шва, равной высоте вписанного в сварной шов треугольника, что позволяет рассчитать угловые, круговые угловые, стыковые, пробочные сварные швы, а также сварные швы с клинообразным зазором. Основные отличия в расчете и конструировании сварных соединений по СП 16.13330 и EN 1993- 1- 8 приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Отличия в конструировании болтовых соединений

Параметр	СНиП РК 5.04-23-2002	EN 1993- 1- 8
Применение сварочных материалов по ГОСТ, ТУ и т.д.	Да	Не допускается (только соответствующие ссылочным стандартам EN ISO)
Наличие классификации сварных соединений	Отсутствует	Да
Возможность расчета и конструирования сварных швов		
угловые круговые швы	Нет	Да
пробочные швы	Нет	Да
с клинообразным зазором	Нет	Да
угловые швы с углами наклона от 60 до 120°	Нет	Да
Минимальная расчетная длина сварного шва	4kf 40 мм	6a 30 мм
Расчетная длина сварного шва	$l_w = l + 1 \text{ см}$	$l_{\text{eff}} = l$ или $l_{\text{eff}} = l + 2a$

Переход на Еврокоды в странах СНГ является сложным, но необходимым процессом. Он позволяет не только повысить точность инженерных расчётов и снизить материальные затраты, но и интегрировать строительную отрасль в международное профессиональное сообщество. Опыт Беларуси и Казахстана показывает, что для успешного внедрения требуется: адаптация нормативной базы, подготовка специалистов, устранение разночтений в нормативных документах, техническая модернизация проектных организаций.

В дальнейших исследованиях планируется детальный анализ различий в расчётах соединений по СНиП и Еврокодам, а также оценка эффективности их применения в реальных строительных проектах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еврокод в Беларуси. Ситуация на данный момент // sapr-art.by URL: <https://sapr-art.by/blog/534541> (дата обращения: 03.03.2025).
2. Опыт внедрения в РБ европейских норм проектирования ж/б конструкций. // Proekt.by URL: https://proekt.by/stroitelnie_resheniya-b27.0/opit_vnedreniya_v_rb_evropeiskih_norm_proektirovaniya_zhb_konstrukciiy-t52324.0.html?utm_source (дата обращения: 03.03.2025).
3. Переход на Еврокоды в Казахстане // Tenderbot.kz URL: https://tenderbot.kz/blog/perekhod-na-evrokody-v-kazakhstane?utm_source (дата обращения: 03.03.2025).
4. В Казахстане начали переход к системе «Еврокодов» в строительстве // mail.kz URL: https://mail.kz/ru/news/kz-news/v-kazakhstane-nachali-perehod-k-sisteme-evrokodov-v-stroitelstve?utm_source (дата обращения: 01.03.2025).
5. И все-таки, Еврокоды обязательны или добровольны? // atameken.kz URL: https://atameken.kz/ru/news/29649-i-vse-taki-evrokody-obyazatel-ny-ili-dobrovol-ny?utm_source (дата обращения: 26.02.2025).
6. Строительные нормы и правила Республики Казахстан СНиП РК 5.04-23-2002 Стальные конструкции // Комитет по делам строительства Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан. г. Астана. – 2002.
7. Свод правил Республики Казахстан "СП РК EN 1993-1-8:2005/2011 Проектирование стальных Конструкций. Часть 1-8. Расчет соединений." // Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства национальной экономики Республики Казахстан г. Астана. – 2016.
8. Шурин А.Б., Зинкевич И.В., Мухин А.В. Сравнительный анализ расчета и проектирования элементов стальных конструкций по ТКП EN 1993-1 И СНиП II-23 // Вестник Брестского государственного технического университета. 2020. №1. - Брест: 2020. - С. 23-27.

УДК 691

Байжуменов М.Н. (24-МСС-1, ВКТУ), Рахимов М.А. (ассоц. профессор ВКТУ)

АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

***Аннотация.** В статье рассмотрены основные критерии оценки технического состояния зданий и сооружений. Представлена классификация основных нормативных источников, регулирующих отнесение объекта к той или иной категории технического состояния, а также их анализ.*

***Ключевые слова:** Техническая экспертиза, категории технического состояния, эксплуатация зданий, дефект, обследование, ремонт.*

Обследование технического состояния зданий и сооружений для цели оценки их технического состояния – самостоятельно развивающееся направление строительной деятельности, охватывающее комплекс вопросов, связанных с обеспечением эксплуатационной надежности зданий, безопасности, с проведением ремонтно-восстановительных работ, а также с разработкой проектной документации по капитальному ремонту и реконструкции зданий и сооружений. Оценка технического состояния зданий и сооружений в настоящее время основывается на использовании достаточно обширного списка нормативных документов, рекомендаций и пособий.

Нормативные документы, регулирующие данную сферу деятельности, определяют категории технического состояния строительных объектов по-разному, т.е. представляют разную классификацию критериев отнесения объектов к той или иной категории технического состояния. Если проанализировать имеющиеся актуальные нормативные документы и пособия, то к их недостаткам в части формулирования технических состояний можно отнести отсутствие единого подхода при назначении терминологических определений, связанных их формулировками, количеством (шкалой) [2, с. 38].

Техническое обследование зданий и сооружений проводится при возникновении отклонений от проектных параметров с целью их объективной оценки. Результаты обследования сопоставляют с требованиями, действующими в момент обследования нормативных документов к прочности и качеству материалов изделий и конструкций, уровню комфортности, соответствующих функциональным, санитарно-гигиеническим, теплотехническим условиям, а также условиям безопасности (СНиП, ТСН, ГОСТ, ТУ и др.). Детальное техническое обследование выполняется для оценки технического состояния здания и его элементов с целью принятия решения о его реконструкции или капитальном ремонте. В этом случае одной из главных задач является выявление возможности дальнейшей эксплуатации объекта недвижимости и факторов, снижающих его стоимость (обесценивание) на момент детального технического обследования.

Техническое обследование зданий и сооружений проводят не только для объектов, находившихся в эксплуатации, но и для вновь построенных при

наличии в процессе строительства зданий недопустимых отклонений от проекта, а также объектов незавершенного строительства («недостроев» и «долгостроев»). При этом основные методы технического обследования остаются едиными, хотя в каждом конкретном случае могут быть некоторые отличия.

Главной целью последовательно проводимых технических экспертиз всегда остается получение объективных данных для принятия решений по обеспечению надежности как комплексного свойства объекта сохранять во времени способность выполнения требуемых функций в заданных условиях.

Для того чтобы определить текущее техническое состояние зданий и сооружений необходимо проводить обследования с письменной фиксацией выявленных повреждений – отклонения от исходного состояния, превышающие установленные допустимые величины: появление трещин там, где они недопустимы, или чрезмерное раскрытие трещин, чрезмерные прогибы, уменьшение по тем или иным причинам прочности бетона или размеров поперечных сечений и т.д. Дефектная ведомость – это документ, подготовленный по результатам обследования (осмотра) технического состояния объекта капитального строительства и служащий для обоснования расходов организации на проведение ремонтных работ, состоящий из обобщенной таблицы, содержащей перечень дефектов строительных конструкций и инженерного оборудования объекта капитального строительства с указанием качественных и количественных характеристик таких дефектов.

Цель комплексного обследования технического состояния зданий и сооружений заключается в определении действительного технического состояния здания (сооружения) и его элементов, получении количественной оценки фактических показателей качества конструкций (прочности, сопротивления теплопередаче и др.) с учетом изменений, происходящих во времени, для установления состава и объема работ по капитальному ремонту или реконструкции. При комплексном обследовании технического состояния здания и сооружения получаемая информация должна быть достаточной для проведения вариантного проектирования реконструкции или капитального ремонта объекта. При обследовании технического состояния здания и сооружения получаемая информация должна быть достаточной для принятия обоснованного решения о возможности его дальнейшей безаварийной эксплуатации (случай нормативного и работоспособного технического состояния) [2, с.13]. В случае ограниченно работоспособного и аварийного состояния здания и сооружения получаемая информация должна быть достаточной для вариантного проектирования восстановления или усиления конструкций.

При обследовании технического состояния зданий и сооружений в зависимости от задач, поставленных в техническом задании на обследование, объектами исследования являются: - грунты основания, фундаменты, ростверки и фундаментные балки; - стены, колонны, столбы; - перекрытия и покрытия (в том числе балки, арки, фермы стропильные и подстропильные, плиты, прогоны

и др.); - балконы, эркеры, лестницы, подкрановые балки и фермы; - связевые конструкции, элементы жесткости; стыки и узлы, сопряжения конструкций между собой, способы их соединения и размеры площадок опирания [1, с. 126]. Существует 4 категории технического состояния объекта:

- 1) нормативное техническое состояние;
- 2) работоспособное состояние;
- 3) ограниченно работоспособное состояние;
- 4) аварийное состояние.

Нормативное техническое и работоспособное состояние позволяют эксплуатировать здание без ограничений и проведения дополнительных работ. Ограниченно работоспособное состояние объекта обязывает ее владельца принять меры по устранению выявленных недостатков, на основании технического задания на усиление конструкций, составленное экспертом. Заключение технического обследования в полном объеме дает информацию для проектных работ по ремонту или реконструкции, в том случае, если объект в них нуждается. При аварийном состоянии объекта эксплуатация здания запрещена. При выявлении существенных изъянов конструкции, которые могут привести к обрушению здания, оценщик обязан сразу сообщить о данном факте владельцу недвижимости, а также в органы исполнительной власти и строительного надзора.

Предварительное (визуальное) обследование проводят в целях предварительной оценки технического состояния строительных конструкций и инженерного оборудования, электрических сетей и средств связи (при необходимости) по внешним признакам, определения необходимости в проведении детального (инструментального) обследования и уточнения программы работ. При этом проводят сплошное визуальное обследование конструкций здания, инженерного оборудования, электрических сетей и средств связи (в зависимости от типа обследования технического состояния) и выявление дефектов и повреждений по внешним признакам с необходимыми измерениями и их фиксацией.

Результатом проведения предварительного обследования являются: - схемы и ведомости дефектов и повреждений с фиксацией их мест и характера; - описания, фотографии дефектных участков; - результаты проверки наличия характерных деформаций здания (сооружения) и его отдельных строительных конструкций (прогибы, крены, выгибы, перекосы, разломы и т.п.); - установление аварийных участков (при наличии); - уточненная конструктивная схема здания (сооружения); - выявленные несущие конструкции по этажам и их расположение; - уточненная схема мест выработок, вскрытий, зондирования конструкций; - особенности близлежащих участков территории, вертикальной планировки, организации отвода поверхностных вод; - оценка расположения здания (сооружения) в застройке с точки зрения подпора в дымовых, газовых, вентиляционных каналах; - предварительная оценка технического состояния строительных конструкций, инженерного оборудования, электрических сетей и

средств связи 10 (при необходимости), определяемая по степени повреждений и характерным признакам дефектов.

Мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводят для:

- контроля технического состояния зданий и сооружений и своевременного принятия мер по устранению возникающих негативных факторов, ведущих к ухудшению этого состояния;
- выявления объектов, на которых произошли изменения напряженно-деформированного состояния несущих конструкций и для которых необходимо обследование их технического состояния;
- обеспечения безопасного функционирования зданий и сооружений за счет своевременного обнаружения на ранней стадии негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций и грунтов оснований, которые могут повлечь переход объектов в ограниченно работоспособное или в аварийное состояние;
- отслеживания степени и скорости изменения технического состояния объекта и принятия в случае необходимости экстренных мер по предотвращению его обрушения.

Для определения задач мониторинга технического состояния конкретного здания разрабатывают программу проведения мониторинга, в которой наряду с перечислением видов работ устанавливают систему и периодичность наблюдений с учетом технического состояния объекта, а также общую продолжительность мониторинга.

Программу проведения мониторинга согласовывают с заказчиком. При выборе системы наблюдений учитывают цель проведения мониторинга, а также скорости протекания процессов и их изменение во времени, продолжительность измерений, ошибки измерений, в том числе за счет изменения состояния окружающей среды, а также влияния помех и аномалий природно-техногенного характера. В ходе длительных наблюдений и при изменении внешних условий необходимо обеспечить учет изменения условий и компенсационные поправки (температурные, влажностные и т.п.) для измерительных устройств. В результате проведения каждого этапа мониторинга должна быть получена информация, достаточная для подготовки обоснованного заключения о текущем техническом состоянии здания или сооружения и выдачи краткосрочного прогноза о его состоянии на ближайший период.

Первоначальным этапом мониторинга технического состояния зданий (сооружений), за исключением общего мониторинга технического состояния зданий (сооружений), является обследование их технического состояния. На этом этапе устанавливают категории технического состояния зданий (сооружений), фиксируют дефекты конструкций, за изменением состояния которых (а также за возникновением новых дефектов) будут осуществляться наблюдения при мониторинге. В случае получения на каком-либо этапе мониторинга данных, указывающих на ухудшение технического состояния всей конструкции или ее элементов, которое может привести к обрушению здания (сооружения), организация, проводящая мониторинг, должна немедленно информировать о сложившейся ситуации, в том числе в письменном виде,

собственника объекта, эксплуатирующую организацию, местные органы исполнительной власти, территориальные органы ведомства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Общий мониторинг технического состояния зданий (сооружений) проводят для выявления объектов, изменение напряженно-деформированного состояния которых требует обследования их технического состояния [3, с. 135–142].

При общем мониторинге, как правило, вместо проведения обследования технического состояния зданий (сооружений) в полном объеме, проводят визуальный осмотр конструкций в целях приблизительной оценки категории технического состояния, измеряют динамические параметры конкретных зданий (сооружений) и составляют паспорт здания (сооружения). Если по результатам приблизительной оценки категория технического состояния здания (сооружения) соответствует нормативному или работоспособному техническому состоянию, то повторные измерения динамических параметров проводят через два года. Если по результатам повторных измерений динамических параметров их изменения не превышают 10 %, то следующие измерения проводят еще через два года.

Если по результатам приблизительной оценки категория технического состояния здания (сооружения) соответствует ограниченно работоспособному или аварийному состоянию или если при повторном измерении динамических параметров здания (сооружения) результаты измерений различаются более чем на 10 %, то техническое состояние такого здания (сооружения) подлежит обязательному внеплановому обследованию.

По результатам общего мониторинга технического состояния зданий (сооружений) исполнитель составляет заключение по этапу общего мониторинга технического состояния зданий (сооружений) и заключения о техническом состоянии каждого здания (сооружения), по которым проводился общий мониторинг технического состояния.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническая эксплуатация жилых зданий : учеб. для вузов / под ред. В.И. Римшина, А. М. Стражникова.- 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Студент, 2012. - 640 с. : ил., табл. - (Для высших учебных заведений). - Прил.: с. 588-635. - ISBN 978-5-4363-0022-1.
2. Добромислов, А.Н. Диагностика повреждений зданий и инженерных сооружений: справ. пособие / А.Н. Добромислов – М. : Изд-во АСВ, 2006. – 256 с.
3. Касимов, Р. Г. Дефекты и повреждения строительных конструкций, методы и приборы для их количественной и качественной оценки [Электронный ресурс].

УДК 693.5

Баирбеков Р.М. (24-МСС-1, ВКТУ)

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО
КАРКАСА МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Аннотация. В статье обосновывается необходимость обследования строительных конструкций недостроенных зданий при длительных перерывах в процессе возведения. Приведен пример многоэтажного здания с монолитным железобетонным каркасом. Разработана методика обследования. Основное внимание уделено определению прочности бетона. Дано описание методики работы приборами. Изложена последовательность обработки результатов испытаний. Проведен анализ полученных величин прочности бетона. Обоснован вывод о достаточной несущей способности каркаса. Дана оценка технического состояния железобетонных конструкций.

Ключевые слова: железобетонный каркас, определение прочности, неразрушающий метод, статистическая обработка, оценка несущей способности.

При строительстве жилых домов, особенно многоэтажных, часто возникают организационные проблемы, которые приводят к приостановке работ. Иногда приостановка бывает кратковременной, тогда продолжение строительства продолжается без оценки технического состояния возведенных конструкций. Если перерыв длительный, то построенная часть здания находится в условиях, отличающихся от условий эксплуатации здания после приема в эксплуатацию. Тогда конструкции получают повреждения. В этом случае необходимо производить консервацию недостроенного здания, для чего разрабатывается специальный проект, целью которого является защита конструкций от воздействия окружающей среды.

Для возобновления строительных работ после длительного перерыва требуется выполнить обследование строительных конструкций недостроенного здания. Целью обследования является оценка технического состояния возведенных конструкций для определения их пригодности. Если будут обнаружены повреждения, снижающие несущую способность, то разрабатываются мероприятия по усилению или восстановлению поврежденных элементов. Это особенно важно для зданий, которые строятся в сейсмических зонах [1].

Иногда, в случае непригодности конструкций, производится их частичный снос или замена.

Рассмотрим конкретный пример обследования железобетонных конструкций каркаса многоэтажного жилого дома с анализом результатов и рекомендациями по достройке.

Обследуемое здание представляет собой недостроенный отдельностоящий одноподъездный девятиэтажный жилой дом с техническим подпольем и десятым чердачным этажом (рисунок 1). Это блок-секция прямоугольной формы в плане с размерами в осях 1-6, А-Ж, равными

27.94×16.7 м. Высота жилых этажей по разнице отметок чистого пола 3.0 м, в свету 2.7 м; высота технического подполья 2.32 м, высота чердачного этажа – 2.56 м. Максимальная высота здания от уровня чистого пола первого этажа 33.25 м, от уровня дневной поверхности земли 34.25 м. В секции предусмотрен пассажирский лифт грузоподъёмностью 630 кгс; лебёточная камера располагается на десятом чердачном этаже. Выход на крышу здания осуществляется по лестничному маршу из помещений чердачного этажа.



Рисунок 1 – Общий вид недостроенного жилого дома

Конструктивная схема здания – каркасная, рамно-связевого типа (рисунок 2). Каркас железобетонный, он состоит из монолитных колонн квадратного поперечного сечения размером 400×400 мм и ригелей прямоугольного сечения размером 400×500 (h) мм с учётом монолитной плиты перекрытия толщиной 200 мм. Соединение ригелей и колонн монолитного каркаса жёсткое как в продольном, так и в поперечном направлении. Дополнительную жёсткость каркасу придают диафрагмы жёсткости из монолитного железобетона, которые делают каркас рамно-связевым (рисунок 3). В середине плана здания диафрагмы образуют пространственное жёсткое ядро, воспринимающее ветровые и сейсмические горизонтальные нагрузки, а также нагрузки от кручения. Диафрагмы жёсткости непрерывны по высоте, и включают все этажи, включая подвальный и чердачный.

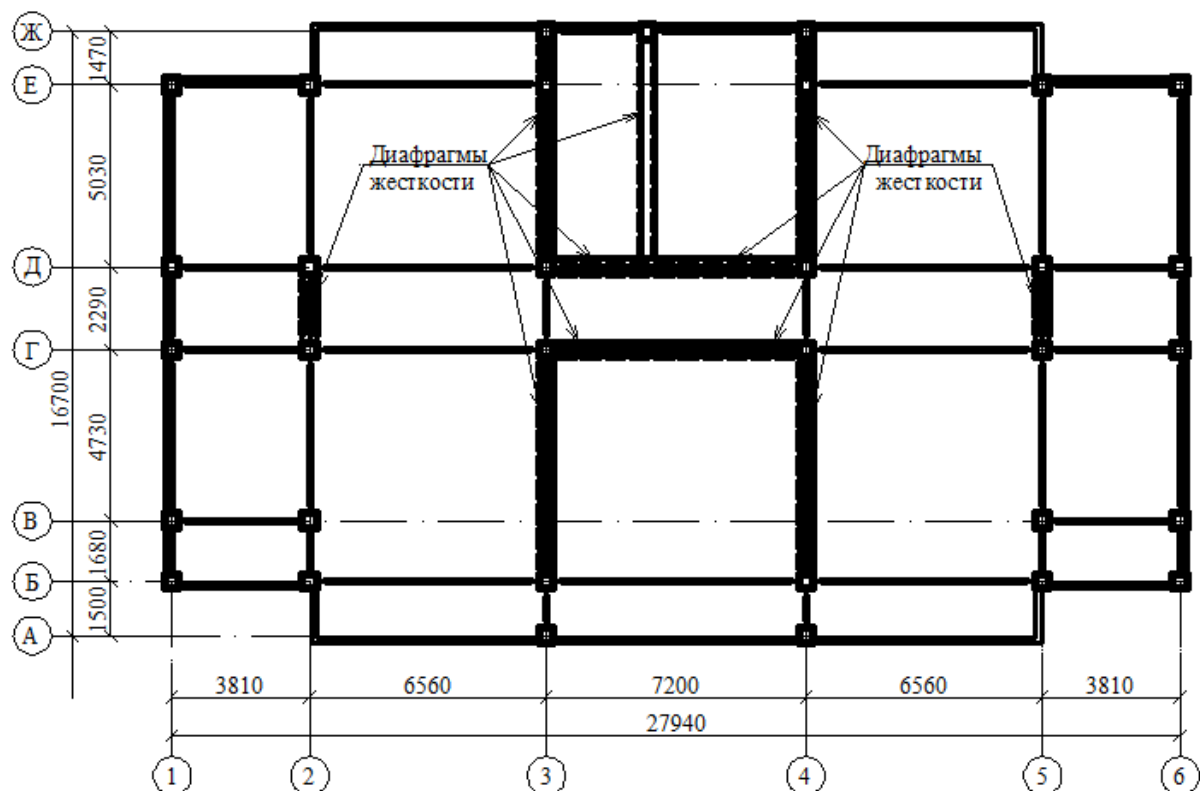


Рисунок 2 – Схема расположения элементов каркаса

Фундамент жилого дома плитного типа, толщина плиты из монолитного железобетона равна 800 мм. Под фундаментную плиту устроена уплотненная гравийно-песчаная подушка толщиной 2 м. В местах опирания колонн плита усилена одноступенчатыми утолщениями (банкетами) толщиной 300 мм.

Методика обследования согласно [5, 6] включала визуальный осмотр, оценку характера, мест расположения и размеров повреждений с фотографированием характерных дефектов. При визуальном обследовании использовались измерительные инструменты (для измерения геометрических размеров конструкций и их сечений), отвесы (для измерения отклонений от вертикали). Для контроля основных геометрических размеров здания (расстояний в плане и высотных отметок) использовался электронный дальномер.

При инструментальном обследовании определялся класс бетона конструкций с помощью измерителя прочности УКС-МГ4С по ГОСТ 22690.

Для каждого типа конструктивных элементов испытания проводились на пяти конструкциях, выбор которых был случайным; их расположение фиксировалось осями каркаса (рисунок 2). После этого производилось статистическая обработка результатов и определялся класс бетона согласно действующих ГОСТ [2, 3, 4].



Рисунок 3 – Фрагмент каркаса здания

Измерение прочности бетона заключается в определении 15 результатов и определении среднего значения. Электронный блок прибора по времени прохождения ультразвука и его скорости оценивает твёрдость и упругопластические свойства испытываемого материала, преобразует параметр импульса в прочность и вычисляет её в МПа.

Измерения проводились на бетоне перекрытий, ригелей, диафрагм жёсткости и колонн каркаса по схеме Г стандарта [4]. Для этого выбиралась участки площадью не менее 100 см². Нанесение ударов производилось между гранулами щебня и крупными раковинами; расстояние между двумя соседними ударами не менее 15 мм. При испытаниях бетона колонн и ригелей расстояние от края конструкции до границы участков принималось не менее 50 мм.

При статистической обработке вычислялись следующие величины:

$$1. \text{ Среднее арифметическое } f_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n},$$

где $\sum_{i=1}^n a_i$ - сумма вариантов – показателей предела прочности при равнозначных измерениях;

n – число измерений.

2. Среднее квадратичное отклонение

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - f_{cm})^2}{n-1}}.$$

3. Средняя ошибка среднего арифметического

$$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

4. Вариационный коэффициент в %

$$v = \pm \frac{\sigma}{f_{cp}} \cdot 100\%.$$

5. Показатель точности

$$p = \frac{m}{f_{cp}} \cdot 100\%.$$

На основании результатов инструментального определения прочности бетона и обследования строительных конструкций недостроенного жилого дома можно сделать следующие выводы.

1. Прочность бетона монолитных железобетонных конструкций плит междуэтажных перекрытий и покрытия, ригелей, диафрагм жёсткости и колонн каркаса соответствует классу C20/25 по СТ РК EN 206-2017, который предусмотрен проектом жилого дома.

2. Техническое состояние железобетонных конструкций соответствует категории I по таблице Ж.2 приложения Ж свода правил [5] и является исправным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП РК 2.03-30-2017*. Строительство в сейсмических зонах / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2018. – 111 с.

2. СТ РК EN 206-2017. Бетон. Технические требования, показатели, производство и соответствие / Казахский институт стандартизации и сертификации. Утвержден приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию РК от 7.09.2017 года № 237-од. Дата введения 2019-01-01.

3. ГОСТ 26633-2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия / НИИЖБ им. А.А. Гвоздева. М. Росстандарт, 2019. 13 с.

4. ГОСТ 18105-2018. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. Межгосударственный стандарт. М., Стандартиформ, 2019. – 21 с.

5. СП РК 1.04-101-2012. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015.

6. СП РК 1.04-110-2017. Обследование, оценка технического состояния и сейсмоусиление зданий и сооружений / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 49 с.

УДК 691.32

Божаев К.Б., Хуснутдинов Д.А. (21-СС-1, ВКТУ), Руденко О.В. (к.т.н., ВКТУ)

ПРИМИНЕНИЕ ЗОЛЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Аннотация.** В статье рассматривается возможность использования золы в дорожном строительстве. Описаны основные химические свойства золы, её влияние на прочность, влагопоглощение и стойкость дорожных покрытий. Рассмотрены преимущества применения золы в асфальтовых смесях, а также её влияние на экономику и экологию. Приведены примеры успешного использования золы в дорожном строительстве, а также основные проблемы и ограничения, связанные с её применением.*

***Ключевые слова:** зола, дорожное строительство, золошлаковые отходы, переработка отходов, экологическая безопасность, бетонные смеси, асфальтобетон, стабилизация грунтов, прочностные характеристики, экономическая эффективность.*

Одной из актуальных проблем современного строительства является утилизация промышленных отходов, в частности золы, образующейся в результате сжигания угля, биомассы и других материалов. В связи с этим возникает необходимость поиска эффективных методов её использования, одним из которых является применение золы в дорожном строительстве. Этот подход позволяет не только решить проблему утилизации, но и улучшить свойства дорожных покрытий, снизить затраты на строительство и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

В Республике Казахстан ежегодно образуется около 24 млн тонн золошлаковых отходов, из которых только 10–12% перерабатывается в строительстве, тогда как национальные программы, реализуемые Китая, Индии, США и Германии, предусматривают использование не менее 20% золы в дорожных смесях, что способствует сокращению затрат на материалы на 15–18% [9].

Зола представляет собой мелкодисперсный минеральный остаток, который формируется при сгорании различных органических и неорганических веществ. В зависимости от источника образования зола может значительно различаться по составу и физико-химическим характеристикам. Наиболее распространённой является зола, полученная в результате сжигания угля, содержащая оксиды кремния (SiO_2 – 40–60%), алюминия (Al_2O_3 – 20–30%) и кальция (CaO – 5–15%), что значительно повышает её строительную ценность [2]. Исследования, проведённые Ахмедьяновым А.У. и коллегами, демонстрируют, что содержание активных пуццолановых компонентов в золошлаковых отходах Карагандинского угольного бассейна достигает 65%, что делает их пригодными для использования в качестве минеральных добавок в дорожные покрытия [1].

Кроме того, зола, полученная при сжигании биомассы, например, лузги подсолнечника и рисовой шелухи, может содержать до 85% аморфного кремнезема, что способствует её высокой реакционной способности при

взаимодействии с вяжущими материалами [2]. Это делает такую золу ценным компонентом для цементных и битумных смесей. Исследования показывают, что при замене 15% цемента золой в бетонных смесях прочность на сжатие увеличивается на 12–18%, а морозостойкость – повышается на 20% [1].

Также важно отметить, что зола снижает влагопоглощение и повышает адгезию дорожных покрытий, что способствует увеличению срока их эксплуатации. Согласно данным казахстанских исследований, замена 10% минерального порошка золой в асфальтобетонных смесях приводит к снижению водонасыщения покрытия на 15%, что продлевает срок службы дорог на 3–5 лет [3]. В Алматинском регионе внедрение технологии использования золошлаковых отходов позволило уменьшить образование трещин в покрытии на 25% и повысить устойчивость к перепадам температур [4].

Также перспективным направлением является применение золы в качестве активного наполнителя в дренажных системах. Исследования Киргизбаевой К.Ж. показали, что добавление 20% золы-уноса в песчано-гравийную смесь улучшает дренажные свойства на 30–35%, что особенно актуально для строительства дорог в регионах с высокой влажностью [2].

Одним из перспективных направлений является применение золы в качестве вяжущего компонента для стабилизации грунтов. Добавление золы в грунтовые основания дорог позволяет значительно повысить их несущую способность, уменьшить пучинистость и улучшить водоотталкивающие свойства. Лабораторные исследования показали, что использование золы для стабилизации глинистых грунтов снижает их пластичность на 15–25% и увеличивает прочность на сжатие на 20–30% [6]. Также коэффициент фильтрации грунта снижается на 40–50%, что способствует улучшению водостойкости дорожного основания [7]. Эти данные подтверждают эффективность применения золы для увеличения долговечности и устойчивости дорожных покрытий.

Применение золы в дорожном строительстве позволяет снизить стоимость работ за счёт использования отходного материала, который обходится значительно дешевле традиционных заполнителей. Исследования показывают, что использование золы может сократить затраты на строительство на 10–15% в зависимости от состава смеси и региона применения [7]. В некоторых регионах, таких как Германия и Япония, программы переработки золы позволили снизить потребность в природных минеральных материалах на 25–30%, что существенно способствует сохранению природных ресурсов [10].

Кроме того, широкое внедрение технологий применения золы сокращает объем складироваемых отходов на золоотвалах, что уменьшает негативное воздействие на окружающую среду и предотвращает загрязнение почвы и водоемов [8].

Прогнозируется, что оптимизация состава дорожных смесей с использованием золы может увеличить долговечность покрытий до 30–40%, а также снизить эксплуатационные расходы на 20% и более. Исследования, проведенные в Казахстане, показывают, что оптимальное содержание золы в

смесях может достигать 25% от общей массы, что зависит от состава грунта и климатических условий [1,3]. Кроме того, добавление золы в цемент способствует сокращению выбросов CO_2 на 5–7%, что положительно сказывается на экологической устойчивости проектов [7,10]. Эти данные открывают новые возможности для интеграции экологически чистых технологий в инфраструктурные проекты и требуют дальнейшего масштабного изучения для практической реализации

Использование золы в дорожном строительстве представляет собой перспективное направление, позволяющее не только решать проблему утилизации промышленных отходов, но и улучшать эксплуатационные характеристики дорожных покрытий. Исследования демонстрируют, что добавление золы в цементные и асфальтобетонные смеси способствует увеличению прочностных характеристик, снижению влагопоглощения и повышению устойчивости к механическим и климатическим нагрузкам. Для широкого внедрения данной технологии необходимы дальнейшие исследования свойств различных типов золы, а также разработка соответствующих нормативных документов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедьянов А.У., Киргизбаева К.Ж., Туреханова Г.И. Использование золошлаковых отходов в дорожном строительстве // Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Казахстан, 2019.
2. Киргизбаева К.Ж., Туреханова Г.И. Использование золошлаковых смесей в дорожном строительстве // КиберЛенинка, 2019.
3. Применение золошлаковых отходов в строительстве автомобильных дорог на территории РФ // КиберЛенинка, 2021.
4. Сулейменов Д.М., Нуркеев А.Б., Алиев К.К. Технологические особенности использования золошлаковых отходов для качественного асфальтового покрытия // Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2021.
5. Применение золы в дорожном строительстве: мировой опыт и перспективы // Dorinfo, 2023.
6. Как превратить золу в дороги? // Инженерная геология и геотехника, 2023.
7. Research on the use of ash and slag waste in road construction // Geomate Journal, 2022.
8. Study of physical and chemical properties of ash for road construction // Geomate Journal, 2021.
9. National guidelines for fly ash utilization in road construction // Indian Road Congress, 2023.
10. Recycling of industrial ash waste for sustainable road infrastructure // European Journal of Environmental Engineering, 2024.
11. Evaluation of fly ash-based road materials under real-world conditions // Australian Road Research Board, 2023.

УДК 627.133

Боранбаев А.С. (21-ВРК-1, ШҚТУ), Мамырбекова Г.К. (аға оқытушы ШҚТУ)

ГИДРОМЕТРИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРДІ АНЫҚТАУДА ПРОФИЛОГРАФТЫ ҚОЛДАНУ (ЕРТІС ӨЗЕНІ МЫСАЛЫНДА)

***Аңдатпа.** Ертіс өзенінің гидрометриялық көрсеткіштерін анықтауда RiverSurveyor M9 акустикалық доплерлік профилографты қолдану қарастырылған. Суды пайдалану және тұтыну саласында суды есепке алу және су қорларын пайдалануды жоспарлау кезінде өзендердің гидрометриялық көрсеткіштері туралы ақпараттар өте қажет. Осы ақпараттарды алуда заманауи аспаптарды қолдану өте маңызды. Бұл мақалада Ертіс өзенінде M9 акустикалық доплерлік профилографтың көмегімен жүргізілген өлшеулер нәтижелері бойынша алынған гидрометриялық көрсеткіштер шамалары беріліп, шығын бойынша қорытынды жасалған. Сонымен қатар акустикалық доплерлік профилографтың қолданылу артықшылықтары атап көрсетілген.*

***Түйін сөздер:** акустикалық доплерлік профилограф, гидрометриялық көрсеткіштер, шығын, орташа жылдамдық, тереңдік.*

Қазіргі заманда суды пайдалану және тұтыну саласында суды есепке алуға және су қорларын пайдалануды жоспарлауға, адамзат пен гидросфера арасындағы әсерлердің жаңа тиімді механизмдерін дайындау тәсілдеріне үлкен мән берілу керек. Ағымдағы және келешекте суды пайдалану саласы үшін қажетті гидрологиялық сипаттарды есептеуде және болжауда тиімді тәсілдерді жасауда кең көлемдегі бастапқы ақпараттар қажет болады. Елімізде жалпы су объектілерінің жағдайлық сипаттамалары бойынша жүйелік ақпараттарды жинау және өңдеумен Казгидромет айналысады.

Адамзаттың суға қатысты кез келген іс-әрекеті үшін ең алдымен негізгі гидрологиялық сипаттамалардың бірі – су шығынын білу керек. Су шығыны туралы ақпарат болмаса, СЭС-нан (су электр станциясы) бастап, қарапайым адам жүретін көпірді де жобалау мүмкін емес. Кез келген мелиоративтік шараларды орындауда, суару жүйесі есептері үшін, елді мекенді, өндіріс орындарын сумен қамту жүйелерін жобалауда су шығыны туралы нақты мәліметтер қажет болады.

Жалпы қазіргі гидрометрияда шығынды анықтаудың кең тараған тәсілі «аудан-тереңдік». Аудан мен тереңдік белгілі болған жағдайда, шығынды анықтау көп қиындық тудырмайды. Ал су ағысының жылдамдығын анықтау аздап қиындықтар тудырады. Жылдамдықты анықтауда көбінесе Шези формуласы қолданылады [1, б.185]. Бірақ Шези формуласы тек қана бірқалыпты қозғалыс үшін дұрыс болады. Көптеген өзендерде қозғалыс бірқалыпты болмайды.

Сондықтан негізгі гидравликалық сипаттамалардың бірі - жылдамдықты өлшеу қолданбалы гидрометрияның даму сатысында өте маңызды.

Осындай негізгі гидрометрия көрсеткіштерін анықтауда заманауи аспаптарды қолдану мәліметтерді тез және нақты шамаларын алуға мүмкіндік

береді. Сондай асапаптардың бірі - акустикалық доплерлік профилограф М9 - ға тоқталып өтейік.

SonTek RiverSurveyor жүйесі қозғалыстағы немесе стационарлы кемеден өзендердің шығынын, үшөлшемді су ағысын, тереңдігін өлшеуге арнайы жасалған сенімді және жоғары дәлдікті акустикалық доплерлі профилометрлік (АДП) жүйе болып табылады. RiverSurveyor жүйесі жылдамдықты өлшеуге арналған дәлелденген заманауи акустикалық доплерлік құрылғыларды дербес компьютерде (ДК) немесе мобильді құрылғыда пайдалануға болатын Windows негізіндегі бағдарламалық құралмен біріктіреді. Дәлдіктің жоғары деңгейі және пайдаланудың қарапайымдылығы өзеннің нақты жағдайлары үшін өлшеу параметрлерін өзгертпестен сенімді түрде өлшеуге мүмкіндік береді.

SonTek - М9 - бұл өте берік және пайдаланушыға ыңғайлы, интуитивті интерфейсі бар құрал, ол әртүрлі жағдайларда жақсы жұмыс істейді: қатты су тасқынынан құрғақ кезеңдердегі таяз жерлерге дейін. Пайдаланушыға төтенше жағдайлар кезінде күрделі параметрлерді қолданудың қажеті жоқ. М9 автоматты түрде су деңгейі мен жылдамдық құрылымының өзгеруін, сондай-ақ бірнеше рет қолданған кезде алдыңғы параметрлерді ескереді [2].

SonTek - М9 жүйесі түбінің батиметриясын дәл анықтау үшін арнайы эхолот құралы (тік сәуле) бар. Тереңдікті есептеу үшін пайдаланушы тереңдікті анықтаудың екі тәуелсіз әдісін қамтамасыз ете отырып, түбін бақылау кезінде таңдалған тік сәуле немесе сәулелердің орташа мәні (көлбеу) арасында ауысу мүмкіндігіне ие.

Өзен өтімі (шығыны) - өзен ағыны мен суды есептеу үшін қолданылатын гидрологиядағы негізгі және жиі сұранысқа ие сипаттамалардың бірі. Зерттеу барысында мониторинг үшін М9 акустикалық доплерлік профилографы (сурет 1) қолданылды. Өлшеу әдісі - қозғалатын кемеден. Бақылау әдісі-Botton-Track. ENU координаттар жүйесі қолданылды.

Өлшеу жұмыстары басталар алдында міндетті түрде жүйе тестан өтіп, компасты калибрлеу жүргізіледі. Компасты калибрлеу әр өлшеу алдында жүргізілуі қажет. Калибрлеу кезінде әр тұсқа төмен және жоғары қозғалтып, бір минут ішінде бір айналым жасалады, рұқсат етілетін қателік 0,5 градустан артық болмау керек.

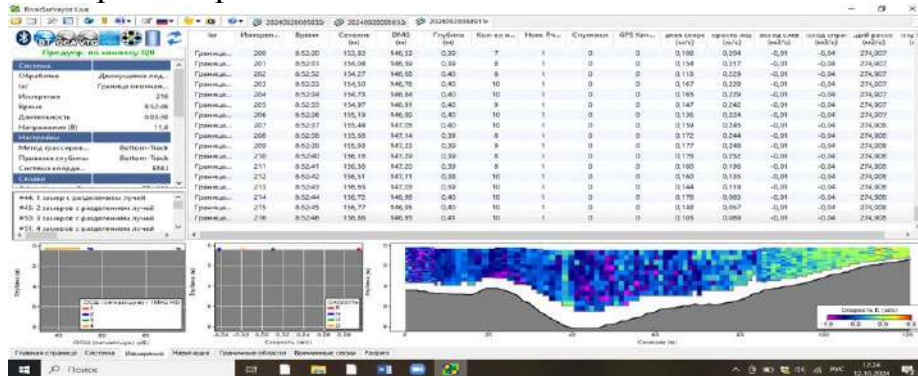


Сурет 1 - RiverSurveyor M9 акустикалық доплерлік профилограф

Ертіс – Қытай, Қазақстан және Ресей аймақтары арқылы өтетін ең ұзын трансшекаралық өзен. Қара Ертіс – Қытай бастауынан Зайсан көліне

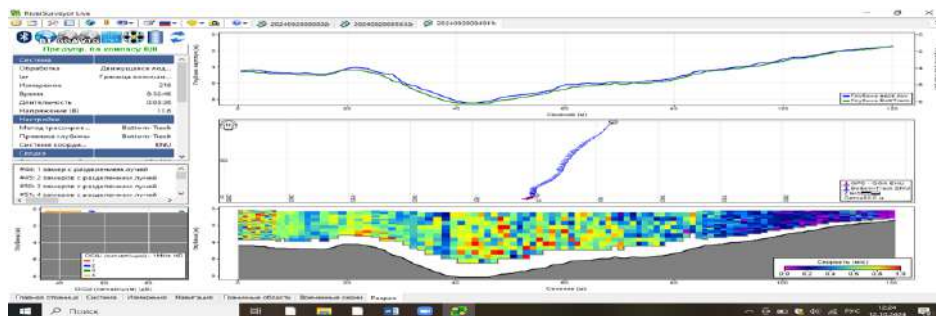
құйылғанға дейінгі Ертістің жоғарғы ағымы. Осы аралықта өзенге бірнеше оң жақ және сол жақ жағалаулардан өзендердің құйылуы болады [3].

Ертіс өзеніндегі өлшеулер Қара Ертіс көпірінің төменгі жағында қыркүйек айында жылжымалы қайықпен М9 профилограф көмегімен жүргізілді. Төмендегі 2- суретте арна бойынша әр нүктедегі гидравликалық көрсеткіштер мәндері келтірілген.



Сурет 2 – Қара Ертіс нүктесінде М9 профилограф көмегімен алынған өлшеу нәтижелері

Өлшеу құралы мәлеметтерді өңдеп, орташа ағыс жылдамдығын, максималды су өтімін және қосымша арна қимасы бойынша гидравликалық көрсеткіштерді береді. Алынған нәтижелер: арна ені - 152,153 м, максималды тереңдік - 8,0 м, орташа ағыс жылдамдығы - 0,415 м/с, ал шығын (өтім) 274,908 м³/с құрады. Сонымен қатар нүктедегі қиманың және жылдамдықтың графикалық кескіндерін береді (сурет 3).



Сурет 3 – Қара Ертіс нүктесіндегі қиманың және жылдамдықтың графикалық сызбалары

Суреттен көріп тұрғанымыздай үшінші кескін әр қимадағы түрлі түспен жылдамдықтың шамасын білдіреді.

Ертіс өзеніндегі келесі зерттеулер Өскемен СЭС бөгетінен төмен жүргізілді. Зерттеу нүктесінде арнаның ені -165,538 м, максималды тереңдік - 8,0 м, ағыстың орташа жылдамдығы - 0,376 м/с, ал су өтімі 512,293 м³/с құрады. Өтімнің (шығынның) Қара Ертіс нүктесіне қарағанда артуы ағынды Зайсан көліне құйылуымен түсіндіріледі. Осы сулармен бірнеше рет күшейтілген

Ертіс Зайсан көлінен солтүстік-батысқа қарай Бұқтырма СЭС арқылы және одан кейін орналасқан Өскемен СЭС арқылы ағып өтеді.

Осы екі нүкте бойынша алынған мәліметтер төмендегі 1-кестеге енгізілді. Жүргізілген өлшеу нәтижелері бойынша Ертіс өзені бойынша қажетті мәліметтерді тез уақыт аралығында алып, шығындар айырмашылығы бойынша қорытынды жасалды.

Кесте 1 – Өлшеу нәтижесінде алынған мәліметтер

№	Нүкте атауы, координаталары	Қимасы, м	DMG, м	Ені, м	Ауданы, м ²	Шығын, м ³ /с	Орташа жылдамдық, м/с
1	Қара Ертіс көпірінен төмен, 47°57'5.25" с.е. 85° 4'0.27" ш.б.	156,86	146,95	152,53	662,699	274,908	0,415
2	Өскемен СЭС бөгетінен төмен, 49°89'3.11"с.е. 82°68'7.31" ш.б.	200,19	142,54	165,538	541,095	512,293	0,947

Акустикалық доплерлік профилограф М9 қолдану нәтижесінде төмендегі артықшылықтарды атап өтуге болады:

- Өлшеудің жоғары дәлдігі – көп сәулелі доплерлік зондтау технологиясы нәтижесінде М9 өте күрделі гидрологиялық жағдайларда да (су тасу кезінде) нақты мәліметтер береді [4];
- Тереңдікке автоматты түрде бейімделуі;
- Өлшеу ауқымының кеңдігі – М9 таяз суларда және терең өзендерде де жұмыс жасай алады;
- Сымсыз мәліметтерді беру – орнатылған байланыс модульдары ақпаратты компьютерге немесе мобильді құрылғыға ыңғайлы беруді қамтамасыз етеді;
- Жұмыс жылдамдығы жоғары – тез мәліметтерді жинау мүмкіндігі, өлшеу уақыттарын азайтады;
- Пайдаланудағы қарапайымдылығы.

Осы артықшылықтары М9 құрылғысын өзендерді және суаттарды гидрометриялық зерттеулерде қолданатын ең тиімді аспап ретінде көрсетеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ә. Әбдіраманов. Гидравлика. Тараз, 2012. – 472 б.
2. http://www.demetra5.kiev.ua/ru/catalog/ADV_Sontek/Sontek-M9
3. Романова С.М., Крупа Е.Г., Серикова А.С., Алексеев С.Н. Современная гидрохимическая характеристика водных объектов Казахской части бассейна р. Ертіс. Гидрометеорология и экология №1 2024. С. 121-132.
4. RiverSurveyor S5/M9 Руководство по системе Версия программного обеспечения 4.2 Версия прошивки 4.1. Электронная почта: inquiry@sontek.com
<http://www.sontek.com>

УДК 628.932

Даулеткаирова Н.Д. (23-МСС-2, ВКТУ)

АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И РАЗРУШЕНИЙ ОПОР
ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

***Аннотация.** Линии электропередач как важная часть инфраструктуры территорий. Сейсмическая опасность и сейсмоактивные зоны. Обзор опыта эксплуатации систем энергоснабжения в сейсмоопасных зонах. Причины повреждений линий электропередач (ЛЭП) при землетрясении в разных странах мира. Анализ видов повреждений опор ЛЭП. Анализ последствий землетрясений для опор ЛЭП. Повреждаемость угловых и промежуточных опор. Фазы сейсмической волны. Рекомендации по выбору трасс ЛЭП и топов и типов опор с позиций сейсмобезопасности. Последовательность решения задачи по оценке и увеличению сейсмобезопасности существующих ЛЭП.*

***Ключевые слова:** опоры ЛЭП, сейсмическое зонирование, сейсмическая шкала, повреждения, сейсмоусиление.*

Опоры линий электропередач являются важной частью инфраструктуры, обеспечивающей жизнедеятельность территорий. Около 25% площади нашей страны находится в сейсмически активных зонах. Там происходят землетрясения интенсивностью 7-9 баллов по шкале MSK-64 (К) [1]. Опоры линий электропередач (ЛЭП) в случае землетрясений оказываются менее сейсмостойкими по сравнению с объектами электрогенерации, такими, как электростанции.

Детальный анализ уязвимости опор ЛЭП при сейсмических воздействиях был выполнен специалистами министерства энергетики СССР на основе уроков Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 года в Армении [2]. Этот анализ остаётся актуальным сейчас, так как основан на данных о повреждениях электрооборудования, принципиальные решения которого используются казахстанскими производителями электроэнергетики в настоящее время.

Как отмечено в [2], в результате Спитакского землетрясения интенсивностью 8-9 баллов по шкале [1] практически полностью вышло из строя коммунальное электроснабжение городов Спитак и Леникан (ныне Гюмри). Были полностью разрушены 1300 км воздушных и кабельных ЛЭП, а 950 км были повреждены частично.

По данным [3] при Шикотанском землетрясении 4 и 5 октября 1995 года на Курильских островах обрывы проводов воздушных ЛЭП происходили даже на отдалённых островах, в том числе в районе города Курильска на острове Итуруп, где интенсивность землетрясения составляла всего 6 баллов.

При землетрясении 1990 года в Молдавии интенсивностью 7 баллов по шкале [1] при отсутствии значительных повреждений зданий возникли перерывы электроснабжения в 157 населённых пунктах вследствие отключения 47 воздушных ЛЭП и 44 подстанций из-за отказов и ложных срабатываний аппаратуры.

При Нефтегорском землетрясении 28 мая 1995 года сила толчков в эпицентре, по разным оценкам, достигала 8-10 баллов. Были выведены из строя 300 километров линий связи и 200 километров линий электропередачи.

В результате землетрясения 17 октября 1989 года в Калифорнии были разрушены системы коммунального электроснабжения в трёх районах США.

Во время землетрясения на Тайване 21 сентября 1999 года, при котором сейсмические ускорения составляли около $1,5 \text{ м/с}^2$ (примерно соответствует 7,5 баллам шкалы [1]), произошёл массовый выход из строя подстанций и ЛЭП несмотря на то, что основные электростанции, в том числе атомные, не были выведены из строя.

Как отмечено в [4], обширные повреждения ЛЭП произошли при Измитском землетрясении, произошедшем в Турции 17 августа 1999 года (магнитуда 7,6; интенсивность примерно 9 баллов).

Фукуйское землетрясение произошло 28 июня 1948 года с магнитудой 7,3 балла и при глубине очага 14,4 км [5, 6]. В результате землетрясения погибли 5268 человек, разрушено 35,5 тысяч зданий. В эпицентральной области произошло поднятие территории до 41 см и опускание до 84 см. Возникли пожары, которые усилили бедствия последствий землетрясения. При этом землетрясении наряду с жилыми и промышленными объектами, искусственными объектами строительства (мосты, дороги), получили повреждения и опоры ЛЭП (таблица 1).

Таблица 1 - Повреждения опор ЛЭП при Фукуйском землетрясении

Наименование объектов	Повреждения		
	слабые	умеренные	сильные
Высоковольтная линия электро-передач с напряжением 154 тысячи вольт подвешенная на 298 стальных мачтовых опорах высотой 34,5 м и межопорным расстоянием от 247,5 до 345 м		На 32 мачтах наблюдались повреждения в кольцевой связи фундаментов и небольшие осадки	
Вспомогательная высоковольтная линия электропередач с напряжением 77 тыс. вольт		На шести мачтах наблюдались повреждение фундаментов	
Второстепенная линия электро-передач на деревянных столбах	245 деревянных столбов наклонились		482 столба были сломаны и провода порвались

Обобщённые данные о характере и объёмах повреждения опор ЛЭП при землетрясениях различной интенсивности приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Последствия землетрясений на опорах ЛЭП

Интенсивность землетрясения, баллы по [1]	Характерные повреждения опор ЛЭП
5	Редкие перебои работоспособности. Повреждений опор воздушных линий и оборудования нет.
6	Опоры воздушных линий и оборудование в целом не повреждены. Кратковременное нарушение работоспособности. Восстановительные работы могут быть проведены за несколько часов.
7	Незначительное количество опор ЛЭП повреждены. Незначительное количество кабельных линий и кабельных сооружений повреждены. Кратковременное нарушение работоспособности. Восстановительные работы могут быть проведены за несколько часов.
8	Деформации уголков решётки, разрывы кабелей кабельных ЛЭП. Восстановительные работы могут быть проведены за несколько дней.
9	Сильные повреждения воздушных ЛЭП: обрыв проводов и кабелей, сдвиг и перекос трассы ЛЭП. Время восстановления может быть продолжительным.
10-11	Разрушительные повреждения воздушных ЛЭП. Время восстановления может быть продолжительным или необходима полная перестройка объекта.

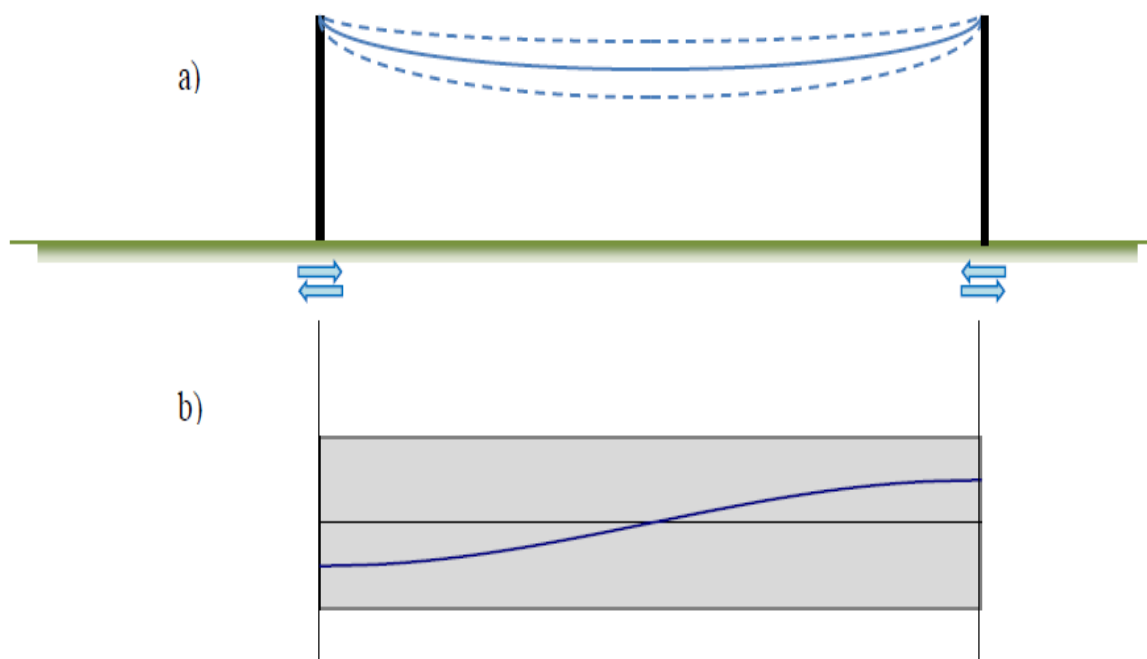
Полученные данные позволяют выявить две основные причины сейсмических повреждений воздушных ЛЭП: упругие колебания опор и их разнонаправленные взаимные движения, возникающие вследствие попадания опор в разные фазы сейсмической волны.

Упругие колебания опоры ЛЭП определяются как её заделкой в фундаменте, так и наличием нелинейно-упругой опоры в зоне вершины. Функцию этой опоры выполняют провода и тросы примыкающих пролётов ЛЭП, препятствующие свободному перемещению вершины опоры. В случае сейсмических колебаний опоры вдоль трассы ЛЭП в зоне вершины возникает дисбаланс тяжения проводов и тросов соседних пролётов. Этот дисбаланс, суммируясь с силой инерции масс, формирует поперечную силу, воздействующую на опору.

К числу наиболее характерных повреждений воздушных ЛЭП относятся деформации металлических уголков решётчатых опор под действием поперечной силы и разрушение фундаментных частей опор.

Такие повреждения наиболее характерны для угловых опор, которые стоят в местах изменения направления трассы ЛЭП. В них возникает кручение, усугубляющее напряжённое состояние поясов и решетки опор.

Разнонаправленные колебания соседних опор ЛЭП приводят к динамическому изменению тяжения проводов (рисунок 1) с выходом их из зацепления в узлах крепления к опоре. Как правило, эти узлы являются фрикционными и организуются с помощью зажимов, хомутов. В результате динамических изменений тяжения проводов силы трения в узле может оказаться недостаточно, что приведёт к выходу провода из зацепления и его падению. Такие ситуации чаще проявляются в промежуточных опорах.



a – расположение опор ЛЭП; b – сейсмическая волна сжатия

Рисунок 1 – Попадание соседних опор ЛЭП в разные фазы сейсмической волны

Часто наблюдаемым сейсмическим повреждением воздушных линий электропередачи является разрушение заземлений опор с обрывом заземляющих проводников. В горных районах дополнительной причиной падения и разрушения опор ЛЭП являются камнепады, вызванные землетрясением.

На ряде ЛЭП находят применение мачтовые опоры на оттяжках. Характерным повреждением мачтовых опор при землетрясениях являются подвижки анкерных фундаментов оттяжек, в том числе смещения анкерных фундаментов вверх относительно проектной отметки. Эти смещения сопровождаются ослаблением оттяжек, натяжение которых обеспечивает стабильность положения опор. Также наблюдаются обрывы оттяжек.

У кабельных линий также отмечают повреждения при сейсмических воздействиях, наиболее характерным из которых являются разрывы кабелей. Причиной этих повреждений являются взаимные разнонаправленные перемещения конечных точек линии.

Таким образом, основными причинами повреждений воздушных ЛЭП являются упругие колебания опор и их разнонаправленные взаимные движения, возникающие вследствие попадания опор в разные фазы сейсмической волны. Упругие колебания опор приводят к деформации уголков решётки под действием поперечной силы, разрушению фундаментных частей опор и обрывам заземляющих проводников.

Вследствие разнонаправленных движений опор происходят динамические изменения тяжения проводов воздушных ЛЭП, обрывы проводов и разрывы кабелей кабельных ЛЭП.

Для устранения вышеизложенных сейсмических повреждений воздушных ЛЭП нужно выполнять проверку несущей способности опор и при необходимости усилить для предотвращения деформации под действием сейсмических колебаний.

При выборе трасс ЛЭП необходимо обходить районы с высокой сейсмичностью, либо применять одноцепные опоры, которые идут по двум разным трассам, что вдвое превышает надежность непрерывного энергоснабжения.

Может быть полезной модернизация системы креплений и проводов. Важно обеспечить надежные соединения, способные выдерживать высокие нагрузки и вибрации при сейсмических колебаниях.

Для оценки сейсмической устойчивости существующих ЛЭП необходимо решить следующие задачи:

1. Провести техническое обследование опор с фиксацией дефектов и повреждений.
2. Выполнить расчет несущей способности опор с учетом сейсмической нагрузки.
3. В случае перегрузки разработать необходимые усиления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СН РК 2.03-28-2004. Шкала для оценки интенсивности землетрясений MSK-64(K). Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и торговли РК, Алматы, 2004. – 16 с.
2. Обеспечение сейсмической безопасности энергетических объектов: Исследования, разработки, внедрение. Под. ред. А.Ф. Дьякова. М., НТФ «Энергопрогресс», 2002. – 168с.
3. Клячко М.А. Землетрясение и мы. С-Пб, РИФ «Интеграф», 1999. - 233 с.
4. Измитское землетрясение в Турции. – URL: http://turkhistory.ru/izmitskoe_zemletryasenie.php.
5. Инженерный анализ последствий землетрясений в Японии и США. М.: Госстройиздат, 1961. 193с.
6. Fukui Earthquake Region Horuriku, Japan 28 June, Tokyo, 1953.

УДК 62.059.032

Дубровин А.А. (24-МСС-1, ВКТУ)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК НА УСТАЛОСТЬ

Аннотация. Подкрановые балки, как наиболее ответственный элемент каркаса промышленного здания. Характер крановых нагрузок, понятие об усталостном разрушении стали. Методы расчета подкрановых стальных балок на усталость. Амплитуда и частота в динамике крановых нагрузок. Влияние количества циклов нагружения на появление усталостных трещин. Принципы расчета подкрановых балок на усталость по старым нормам проектирования и по Еврокодам. Сравнительный анализ инженерного подхода. Выбранное направление решения задачи оценки усталостной прочности подкрановых балок.

Ключевые слова: подкрановая балка, усталость стали, обследование, расчет, сравнительный анализ.

Подкрановые балки – это важнейшие элементы конструкций каркасов промышленных зданий для мостовых кранов, на которые действуют циклические нагрузки, вызывающие усталостные повреждения материала. Надежность и долговечность подкрановых балок зависят от их способности выдерживать эти многократно повторяющиеся циклические нагрузки. Для расчёта на усталость применяются различные нормативные документы, среди которых можно выделить отечественные строительные нормы [1] и международные стандарты, такие как Еврокоды [2, 3].

В данной статье проводится сравнительный анализ подходов к расчету подкрановых балок на усталость, изложенных в отечественных нормативных документах и Еврокодах, с выделением ключевых различий в методах расчета, критериях прочности и безопасности, а также их применимости в реальных условиях эксплуатации.

Основные понятия и принципы расчета подкрановых балок на усталость включают следующие положения.

Усталость материалов возникает в результате многократного воздействия переменных во времени или циклических нагрузок, что может приводить к накоплению повреждений, недостаточных для разрушения на каждом цикле, но приводящих к разрушению материала через некоторое количество циклов. В условиях работы подкрановых балок это особенно важно, так как они часто подвержены таким воздействиям, как вибрации, колебания и динамические нагрузки от работы кранового оборудования.

Основные этапы расчета на усталость включают: определение амплитуды и частоты циклов нагружения, оценку напряжений в критичных точках конструкции [1], применение соответствующих динамических коэффициентов, учитывающих особенности эксплуатации, а также коэффициентов надежности при определении действующих крановых нагрузок.

На основе полученных данных можно вычислить число циклов, которое конструкция может выдержать до начала появления усталостных трещин или разрушения [3].

Для расчета усталостной прочности подкрановых балок используются различные критерии: **критерий максимальных напряжений, кумулятивная теория усталости, метод эквивалентных напряжений**, когда многокомпонентные напряжения сводятся к одному эквивалентному значению.

Основным элементом промышленного здания, воспринимающего крановые нагрузки, являются подкрановые балки. В зависимости от выбранного материала они бывают железобетонные и стальные. Стальные подкрановые балки получили наибольшее распространение благодаря меньшему весу и надежной работе стали, как высококачественного строительного материала.

Ключевые положения, связанные с расчетом на усталость в отечественных нормах [1], заключается в следующем.

1. Для расчета усталости используется упрощенная методика, в которой коэффициенты усталости и прочности основаны на усредненных значениях для типичных условий эксплуатации.

2. Расчет сосредоточен на учете циклических нагрузок, возникающих от работы крана в различных режимах. При этом предусмотрено несколько типов нагрузок – статические, динамические, а также комбинированные.

3. Важным аспектом является расчет по сдвиговым и изгибающим напряжениям, поскольку подкрановые балки подвергаются как вертикальным, так и горизонтальным воздействиям.

4. Отечественные нормы требуют обязательного использования коэффициентов надежности для обеспечения безопасности конструкций, что повышает точность расчета и учитывает возможные отклонения от проектных параметров.

Таким образом, нормы ориентированы на практическую эксплуатацию, где важны долговечность и безопасная эксплуатация конструкций при реальных условиях работы.

Европейские стандарты для расчета подкрановых конструкций на усталость, в частности [2, 3] предоставляют более детализированные и строгие методики расчета. Еврокоды являются стандартом для проектирования стальных конструкций в странах Европы, в том числе для расчета на усталость.

Основные особенности Еврокодов в расчёте подкрановых балок следующие:

1. **Метод максимальных напряжений и метод эквивалентного напряжения** используются для определения прочности при многократных циклических нагрузках. Эти методы позволяют более точно учитывать перераспределение напряжений в разных частях балки.

2. Еврокоды предлагают более детализированную классификацию нагрузок, включая не только статические, но и динамические, вибрационные и

ударные нагрузки, что позволяет точнее моделировать реальные условия работы крана.

3. **Кумулятивный критерий усталости** учитывает накопление повреждений, что особенно важно для конструкций, которые подвергаются многократным циклическим воздействиям. В отличие от отечественных норм, которые обычно используют фиксированные коэффициенты для нагрузки, Еврокоды предусматривают более гибкие расчеты с возможностью корректировки в зависимости от типа эксплуатации.

4. Применение **гибких коэффициентов безопасности** и возможность адаптации расчета к различным типам эксплуатации позволяют проектировать более экономичные и эффективные конструкции.

Таким образом, Еврокоды предлагают более универсальные подходы, которые можно адаптировать под различные условия работы и эксплуатации подкрановых балок.

Проведенный сравнительный анализ отечественных норм и Еврокодов показывает как сходства, так и значительные различия в подходах к расчету подкрановых балок на усталость.

Сравнительный анализ методики расчета позволяет сделать следующие выводы.

В **отечественных нормах** расчет на усталость чаще всего выполняется с использованием усредненных значений для коэффициентов безопасности, что может приводить к некоторой избыточности или, наоборот, недостаточной точности расчета для сложных условий эксплуатации.

В **Еврокодах** расчет на усталость более гибкий, детализированный, с возможностью адаптации под конкретные условия эксплуатации. Методика расчета более строгая и требует точного учета всех факторов воздействия на конструкцию.

Сравнение коэффициентов безопасности также свидетельствует о различиях. Отечественные нормы предполагают использование более жестких коэффициентов безопасности, что может привести к перерасходу материалов и дополнительным затратам. В **Еврокодах** коэффициенты безопасности рассчитаны на более точные данные и позволяют уменьшить избыточность, при этом сохраняя необходимый уровень надежности [2, 3].

По вопросу учета комбинированных нагрузок подход следующий.

В **отечественных нормах** расчет на усталость в основном ориентирован на простые случаи воздействия циклических нагрузок. В **Еврокодах** предусмотрены более сложные методики для учета многокомпонентных нагрузок и их влияния на усталостную прочность.

Отечественные нормы более ориентированы на традиционные методы проектирования, в то время как **Еврокоды** позволяют более точно моделировать европейские условия эксплуатации, что особенно важно при проектировании для международных проектов.

Практическая реализация изложенных выше принципов расчета подкрановых балок на усталость может быть реализована на конкретных

конструкциях, длительное время находящихся в эксплуатации. Планируется в дальнейших исследованиях выполнить расчет стальных подкрановых балок по старой методике согласно [3] и по новой методике, которая изложена в Еврокодах. Для получения объективных результатов, которые можно будет сравнить между собой, предполагается выполнить эту работу в такой последовательности:

Во-первых, выбрать объект, который находится в непрерывной эксплуатации долгое время: изучить его конструктивное решение, исследовать материал подкрановых балок путем проведения механических испытаний, условия работы конструкций.

Во-вторых, провести техническое обследование подкрановых конструкций, зафиксировать характерные повреждения, отклонения от проекта или от норм проектирования, отметить коррозионный износ.

В третьих, выполнить проверочный расчет подкрановых балок на фактически действующие нагрузки дважды: по старым нормам проектирования и по Еврокодам. Это позволит сравнить два метода расчета и оценить их эффективность.

На основании этой работы можно будет провести оценку технического состояния подкрановых балок и сделать выводы о целесообразности продолжения эксплуатации, разработать рекомендации по дальнейшей эксплуатации или о замене конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП РК 5.04.-23-2002. Стальные конструкции. Нормы проектирования / Комитет по делам строительства Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан, - Астана, 2003. -118 с.
2. СП РК EN 1993-1-1: 2005/2011. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий / Комитет по делам строительства и жил.- ком. хозяйства Министерства национальной экономики РК, Астана, 2016. – 102 с.
3. СП РК EN 1993-1-9:2005/2011. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-9. Усталостная прочность / Комитет по делам строительства и жил.- ком. хозяйства Министерства национальной экономики РК, Астана, 2016. – 43 с.

УДК 726.2

Еркінқызы М. (23-МАР-2т, ВКТУ), Феоктистова Е.А. (кандидат архитектуры, ВКТУ)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕЧЕТИ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРАДИЦИЙ И НОВЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются современные тенденции в архитектуре мечетей XXI века, связанные с отходом от традиционных канонов и отражающие поиск новых пространственных форм в культовых зданиях. Анализируются два ключевых направления: параметрическо-бионические формы, как результат интеграции с природной средой и минималистичные, геометрически-структурированные строгие объемы. Особое внимание уделяется трансформации традиционных элементов мечетей, использованию цифровых технологий и экологических решений.

Ключевые слова: архитектура мечетей, формообразование, традиции, современность, архитектурный стиль.

Место культа с глубокой древности являлось важнейшим сакральным пространством, обозначаемым особыми природными, а впоследствии архитектурными формами. В современном мире культовые сооружения сохраняют свое значение, являясь духовными центрами и носителями традиций.

Их функциональная организация и архитектурный образ создают особую атмосферу места совершения молитвы и общения, обозначают доминанту в пространстве, присутствие и значимость религиозного сообщества. Храмовая архитектура некоторых религий весьма консервативна, так как связана с соблюдением религиозных канонов. Вместе с тем, отдельные религии, в частности ислам, позволяют создавать самые необычные архитектурные формы, используя весь арсенал современных технологий.

«Ислам, насчитывающий более двух миллиардов последователей, является второй по величине религией в мире и, по прогнозам, к 2050 году превзойдет христиан по численности» [1]. Поэтому проектирование мечетей по-прежнему остается очень востребованным в профессиональной практике архитекторов многих стран. В связи с этим изучение традиционного зодчества и современного опыта их «архитектурной интерпретации» является актуальной задачей.

Мечеть, одно из важнейших сооружений исламской цивилизации, представляет собой не только место коллективного поклонения, но и визуальный образ ислама, отражающий его ценности. Однако критерии организации и внешнего облика места поклонения не содержатся в религиозных текстах, таких как Коран и Сунна [2]. Что касается формы и пространственной ориентации священного места, то Коран и хадисы лишь указывают, что главным направлением для мусульман является кибла. Кибла –

это символ единства всех мусульман, кибла – это направление (ориентация) мечети в сторону главной святыни ислама – Каабы, расположенной в Мекке.

Как отмечает Ш.М.Шукуров, «архитектура мечетей не может быть статичной, она должна отражать дух времени и запросы общества, переосмысляя традиционные формы и образы» [3]. Исламская архитектура допускает широкую интерпретацию, поскольку, согласно Шукурову, «любое пространство, выделенное для молитвы, может стать сакральным». В.Л.Воронина подчеркивает, что «исламская архитектура не является единым художественным явлением, а объединяет разнообразные типы мечетей, общим признаком которых остается ориентация на Мекку» [4]. Такое отсутствие жестких канонов позволяло и позволяет архитекторам свободно интерпретировать планировочные, пластические и образные решения зданий в соответствии с запросами общества, природно-климатическими особенностями, местными строительными материалами и уровнем развития технологий.

К XX веку сформировались национальные и региональные типы мечетей: - арабская (колонная) на Ближнем Востоке и в Северной Африке; - персидская (айванная) на Среднем, Ближнем Востоке и Средней Азии; - османская (центрально-купольная) в Турции; - центральноафриканская (судано-сахелианскую) в Западной Африке; - татарская в Поволжье, на Урале, северо-востоке Казахстана; - индийская и китайская. Традиционные мечети в различных регионах, безусловно сильно различаются по внешнему виду: форме и пластике объемов, пространственной организации, декору (см.рис.1). Но главными узнаваемыми элементами являются купола, вертикали минаретов, стилистика орнамента на фасаде и в интерьере, михраб, прямоугольный просторный двор (характерная черта жилой и общественной застройки в странах с жарким климатом).



Мечеть Санкоре в Тимбукту [5]



Мечеть в Жаркенте



Мечеть Мекка Масджид в Хайдабаде 6]

Рисунок 1 – Примеры региональных типов мечетей

Главная функция мечетей - обеспечение пространства для коллективной молитвы. Однако наметившиеся еще в средневековье дополнения различными функциями, в современных реалиях значительно расширяются, включая общественные, жилые, образовательные и торговые функции. В широко

известной книге Нойферта приведены примеры мечетей, представляющие собой по сути многофункциональные комьюнити-центры. При этом архитектурное формообразование всё чаще отходит от традиционных канонов, приобретая новые выразительные решения, отражающие социальные требования и современные технологии.

Проанализировав архитектурный облик современных мечетей, можно выделить два основных направления в его трансформации и развитии (рисунок 2): первое – это параметрически-бионические формы с различными вариациями эко-стиля, воплощающими образы природы; второе – это структурно-геометрические формы, ориентированные на минимализм, хай-тек и деконструктивизм. Каждое из этих направлений объединяет подобные стилевые решение с доминированием какого-либо признака: бионической формы-подобия природным объектам, либо природным стихиям и т.п.

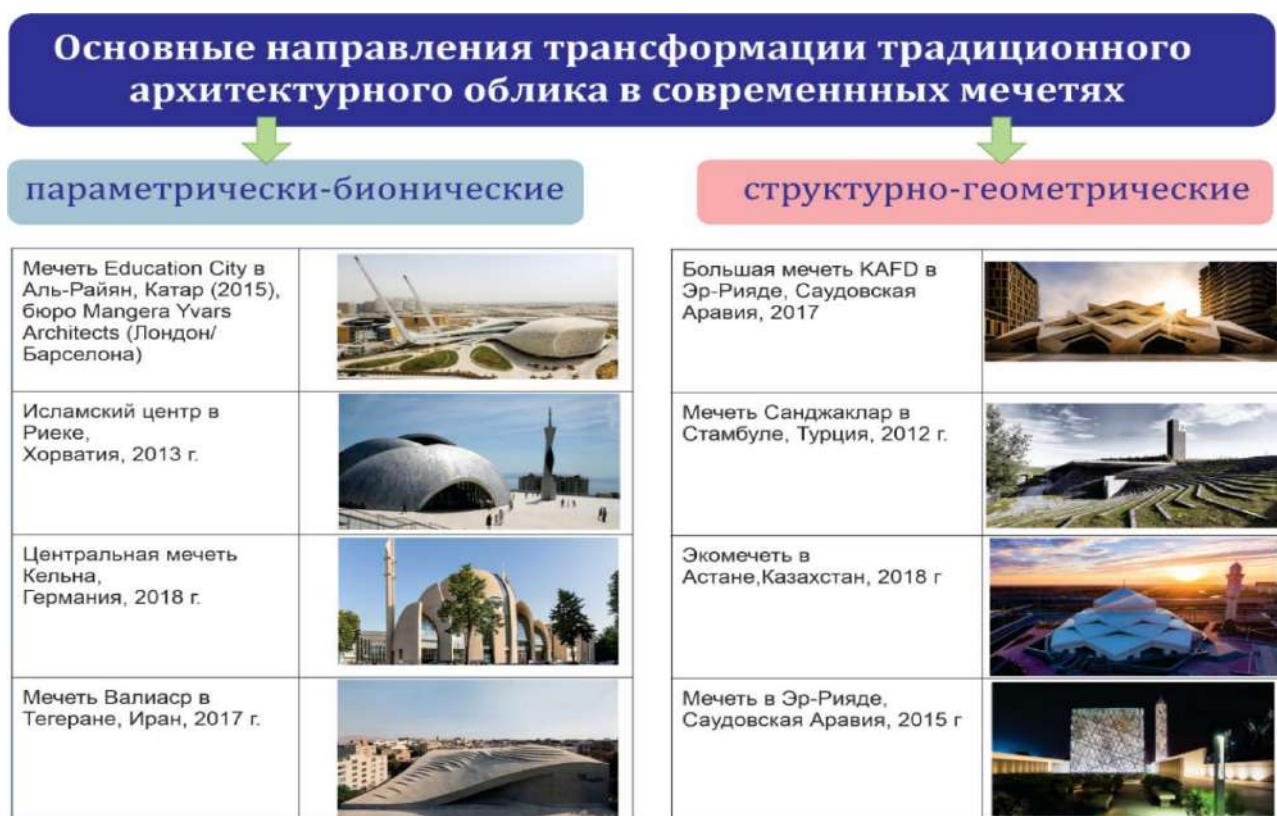


Рисунок 2 – Основные направления формообразования в современной архитектуре мечетей [7,8]

Вышеуказанные примеры мечетей указывают на современные тенденции в их архитектуре, отражающие новые подходы к формообразованию, пространственной организации и функциональному наполнению. Одна из ключевых особенностей – открытость, выражающаяся в интеграции мечети в городскую среду, создании визуально проницаемых фасадов, включении общественных пространств, таких как атриумы, галереи и площади. Это позволяет мечети не замыкаться в пределах религиозного объекта, а становиться частью городской жизни.

Изменяется и сам архитектурный язык. Современные мечети нередко теряют традиционные атрибуты, такие как массивный купол или выраженный минарет, заменяя их пластичными формами, вертикальной динамикой или минималистичными решениями. Геометрическая чистота, асимметрия, скульптурность объемов, прозрачность конструкций – все это формирует новый образ культового здания, ориентированного на взаимодействие с пространством и светом.

Функциональное наполнение мечетей также расширяется. Помимо молитвенных залов, в структуре современных проектов присутствуют лекционные аудитории, библиотеки, выставочные зоны, кафе и общественные центры. Это делает мечеть не только местом богослужения, но и важным культурным и социальным узлом, открытым для всех горожан.

Наконец, особое внимание уделяется вопросам устойчивости и энергоэффективности. Использование естественного освещения, систем вентиляции, возобновляемых источников энергии и экологичных материалов становится нормой. Многие новые мечети соответствуют международным стандартам зеленого строительства, таким как сертификация LEED.

В отечественной практике примером современной интерпретации исламской архитектуры в русле структурно-геометрического направления является эко-мечеть в Астане (рисунок 2), построенная в 2018 г. В отличие от традиционных мечетей, мечеть выполнена в постмодернистском стиле и своей формой напоминает гигантский геометрический цветок, а главная особенность — это зеленые технологии. Необычность архитектурных решений вызвало неоднозначную реакцию общественности, но архитекторы выдержали все религиозные правила, смогли создать эстетически выразительный и технологически инновационный культовый объект, доказав на практике, что мечеть может иметь ультрасовременный архитектурный облик [9].

И религиоведы, и архитектурное сообщество едины во мнении, что современные мечети могут отходить от традиционных форм при соблюдении ключевых канонов. Например, профессор кафедры религиоведения ЕНУ имени Л.Н. Гумилёва Асылбек Избаиров подчеркивает, что «отсутствие купола в мечети не является проблемой, так как его акустическая функция сегодня заменяется современными технологиями». Председатель Комитета по делам религий Республики Казахстан Е.Онгарбаев отмечает, что «в Казахстане нет жёстких архитектурных стандартов для строительства мечетей. Главное, чтобы здание соответствовало функциональным требованиям». С этим соглашается и заслуженный архитектор Республики Казахстан Серик Рустамбеков, подчеркивая, что «внешняя форма мечети может быть любой, если она не противоречит эстетическим и религиозным нормам» [10].

Анализ ясно показал, что современная архитектура мечетей претерпевает значительные изменения, отходя от традиционных канонов в пользу новых форм, технологий и функций. Современные мечети становятся более открытыми и интегрированными в городскую среду, сочетая религиозное, общественное и культурное назначение. Наряду с традиционными подходами к

формообразованию культовых зданий ислама, получают развитие принципы минимализма, динамичной пластики, проницаемости и экологичности, которые формируют новый архитектурный образ, отвечающий актуальным вызовам.

Эти тенденции отчетливо прослеживаются и в Казахстане, где новые мечети проектируются с учетом принципов энергоэффективности, устойчивого развития и многофункциональности. Использование инновационных материалов, создание открытых пространств вокруг культовых зданий, а также внедрение образовательных и культурных функций свидетельствует о глобальном переосмыслении роли мечети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Популяция мусульман по странам, 2024 // World population review URL: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/muslim-population-by-country>
2. Коран онлайн. 144-й аят из 286 // URL: <https://quran-online.ru/2:144>
3. Шукуров Ш.М. Архитектура современной мечети. Истоки. – Москва: Прогресс-Традиция, 2014.
4. Воронина В.Л. Ислам и архитектура // Архитектурное наследство № 32: сб. научн. ст. – Москва: Стройиздат, 1984. – С. 157-163
5. Ибрагимова С. Шесть самых необычных мечетей Африки. Сайт Islam.ru. 19.02.2019 // URL: <https://islam.ru/content/kultura/54563>
6. Ибрагимова С. Мечети Индии – шедевры исламской архитектуры. Сайт Islam.ru. 19.02.2019// URL: <https://islam.ru/content/kultura/54381>
7. 10 современных мечетей, бросающих вызов традиционной исламской архитектуре // Islamtoday URL: <https://islam-today.ru/foto-dna/10-sovremennyh-mecetey-brosausih-vyzov-tradicionnoj-islamskoj-arhitecture/>
8. Хай-тек и минареты. Девять современных мечетей в Турции, Ливане, Катаре и Германии// ИНДЕ URL: <https://inde.io/article/18010-hay-tek-i-minarety-devyat-sovremennyh-mechetey-v-turtsii-livane-katare-i-germanii>
9. Экомечеть появилась в Астане // TENGRI NEWS URL: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/ekomechet-poyavilas-v-astane-343976/
10. В Астане строят новую мечеть в футуристическом стиле. Что о ней говорят эксперты?// inform buro URL: <https://informburo.kz/stati/v-astane-stroyat-novuyu-mechet-v-futuristicheskom-stile-chto-o-ney-govoryat-eksperty.html>

УДК 705.4

Енсебаев Э.Б. (24-МСС-1, ВКТУ)

ПРОБЛЕМА УСТАНОВКИ ЭСКАЛАТОРОВ В СУЩЕСТВУЮЩИХ
ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

***Аннотация.** Обоснованы задачи, которые надо решить при установке эскалаторов в существующем здании. Изложен перечень предпроектных работ, включающий подбор проектно-технической документации, обмерные работы и обследование строительных конструкций. Приведен пример компоновочных работ при врезке эскалатора в железобетонный каркас здания. Показана необходимость выбора типа эскалатора и его габаритов. Обоснованы размеры проемов в перекрытиях для установки механизмов и обеспечения комфортного перемещения людей. Показана необходимость проверочного расчета каркаса в связи с нерегулярной конструктивной схемой.*

***Ключевые слова:** реконструкция, многоэтажное здание, эскалатор, компоновочное решение, демонтаж, усиление конструкций.*

Большинство современных зданий, предназначенных для организации торговли и общественного питания, являются многоэтажными. Они строятся в крупных городах, в условиях тесной застройки, поэтому для увеличения полезной площади выбираются проекты именно многоэтажных зданий.

Создание комфортных условий для посетителей в таких зданиях оказывается невозможным без применения механизированных средств передвижения – траволаторов, эскалаторов, лифтов. Они широко применяются в крупных аэропортах, торговых центрах, в зрелищных зданиях.

Такие средства логистики внутри зданий стали широко применяться с шестидесятых годов прошлого века. В зданиях, которые строились раньше, они не применялись. Поэтому в последние годы в существующих зданиях, особенно связанных с торговлей, возникает задача установки лифтов и эскалаторов. Создание удобств для передвижения привлекает посетителей в магазины и способствует увеличению прибыли предпринимателей.

Наиболее часто в качестве средств передвижения в многоэтажных зданиях применяются эскалаторы. Их установка связана с проведением работ по реконструкции, так как необходимо устраивать проемы в междуэтажных перекрытиях и разрабатывать их усиление.

Целью этой статьи является обозначение проблем, которые необходимо решить при разработке проекта реконструкции для установки эскалатора в многоэтажном торговом центре.

Перед разработкой проекта требуется изучить рабочие чертежи существующего здания. Если они не сохранились, или сохранились не в полном составе, необходимо произвести обмерные работы и обследование строительных конструкций [1, 2]. Для того, чтобы "вписать" эскалатор в здание, необходимо иметь фрагменты планов этажей и вертикальные разрезы для решения компоновочных задач.

Пример фрагмента плана с образованными в перекрытии проемами в уровне первого этажа показан на рисунке 1. Здание представляет собой капитальное строение со сложной формой в плане. Оно трехэтажное с эксплуатируемым подвалом. Высота подвального этажа (от пола до низа несущих конструкций перекрытия) – 3.3 м. Высота помещений первого, второго и третьего этажей – 4.2 м (от пола до пола между этажами).

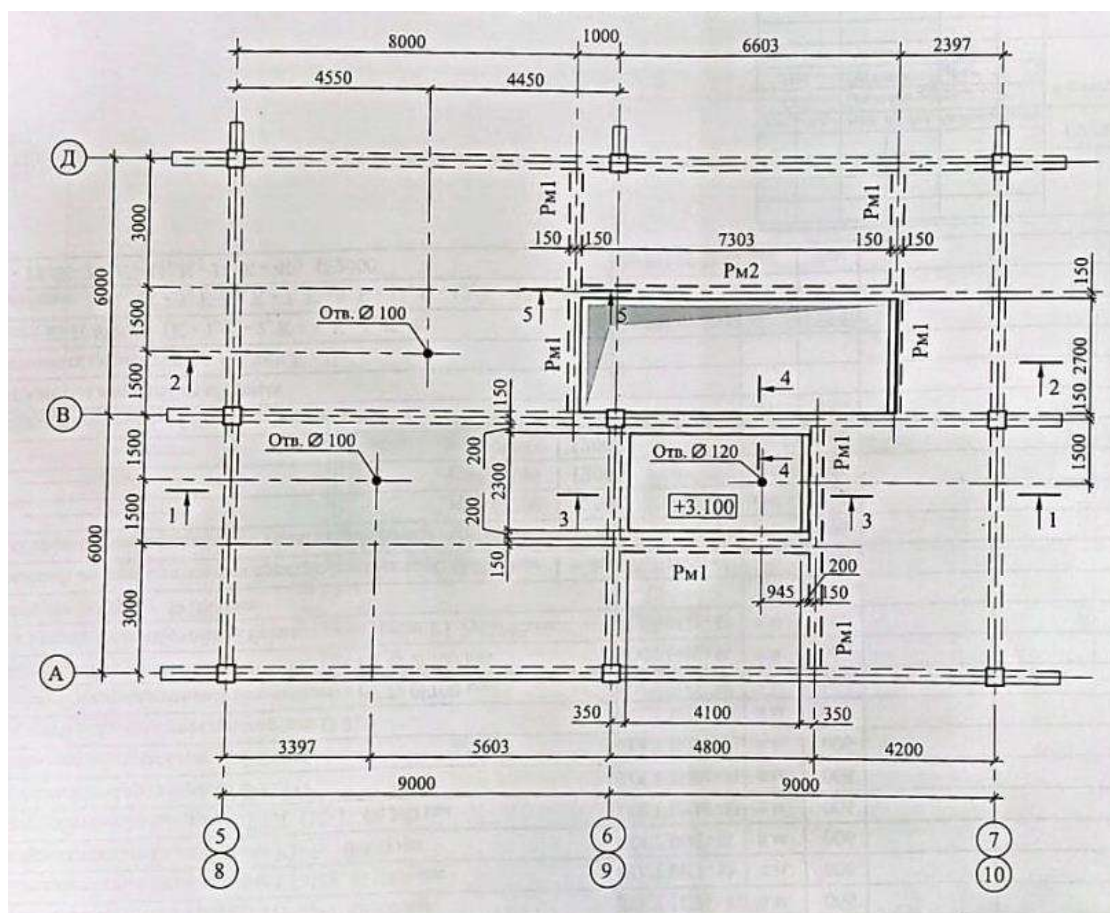


Рисунок 1 – Фрагмент плана здания

Здание имеет следующее конструктивное решение:

- конструктивная схема здания – каркасная, с несущим железобетонным каркасом (колонны, ригели) и кирпичным заполнением стен. Конструктивная система – рамная со всеми жесткими узлами сопряжений ригелей (поперечных и продольных) с колоннами;
- колонны – монолитные, железобетонные сечением 400×400 мм (бетон класса В25 с армированием каркаса с рабочей арматурой класса АIII);
- ригели перекрытия и покрытия – монолитные, железобетонные сечением 600×300 мм (бетон класса В25 с армированием каркасами с рабочей арматурой класса АIII);
- плиты покрытия и перекрытий – монолитные, железобетонные, толщиной 160 мм (бетон класса В25 с армированием арматурными сетками);

- наружные стены (самонесущие) – кирпичные, из кирпича М100, на растворе М75, толщиной 640 мм. Кладка армируется арматурными сетками через 5 рядов по высоте;
- фундаменты под колонны – монолитные, железобетонные (бетон класса В22.5 с армированием);
- фундаменты под стены – ленточные, из сборных бетонных блоков на монолитной железобетонной подушке (бетон класса В15).

Перед выбором габаритных размеров эскалатора надо знать разницу вертикальных отметок этажей, так как от этого будет зависеть количество ступеней, а также ширину лестницы.

Вертикальный разрез здания, включающего подвальный и три верхних этажа, представлен на рисунке 2. Здесь показаны проемы в междуэтажных перекрытиях и контуры габаритов эскалаторов, которые используются для подъема посетителей с подвального этажа на первый этаж, и со второго этажа на третий этаж.

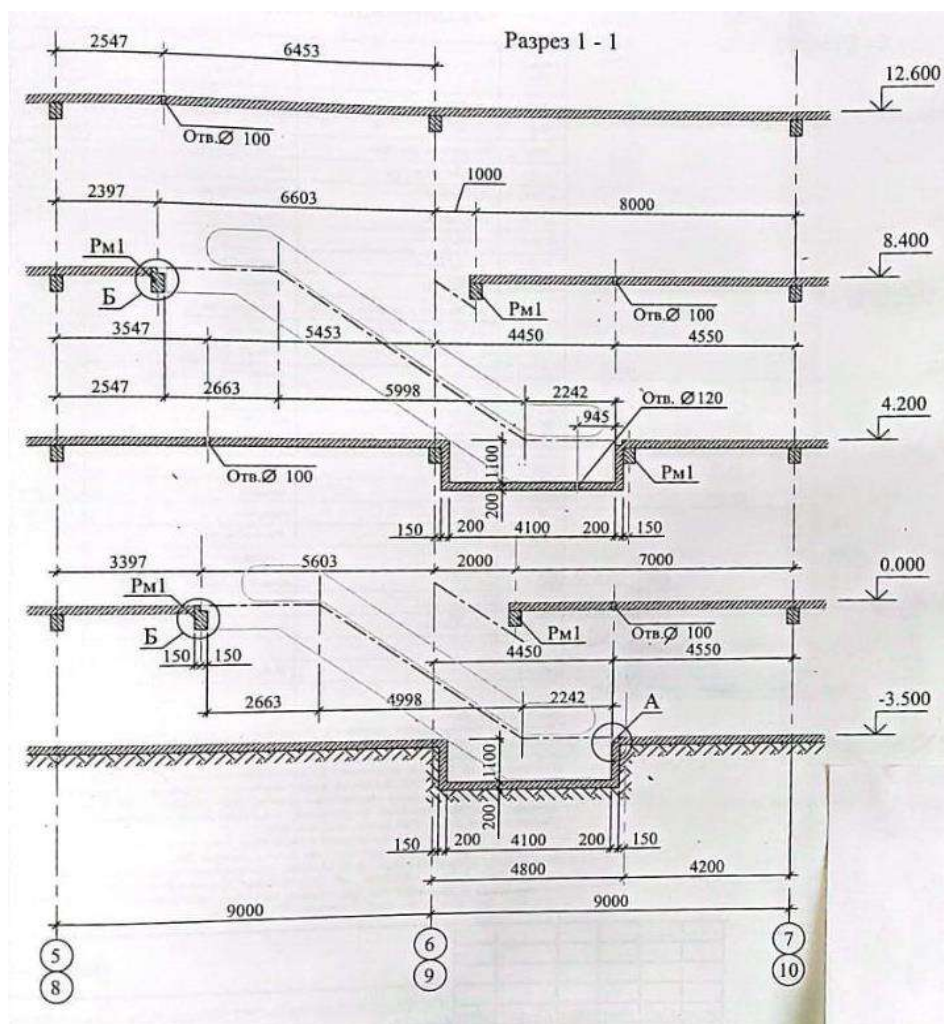


Рисунок 2 – Вертикальный разрез здания 1-1

Эскалатор для подъема посетителей с первого этажа на второй этаж в разрез не попадает, так как он смещен в соседнюю вертикальную плоскость. Он показан на рисунке 3.

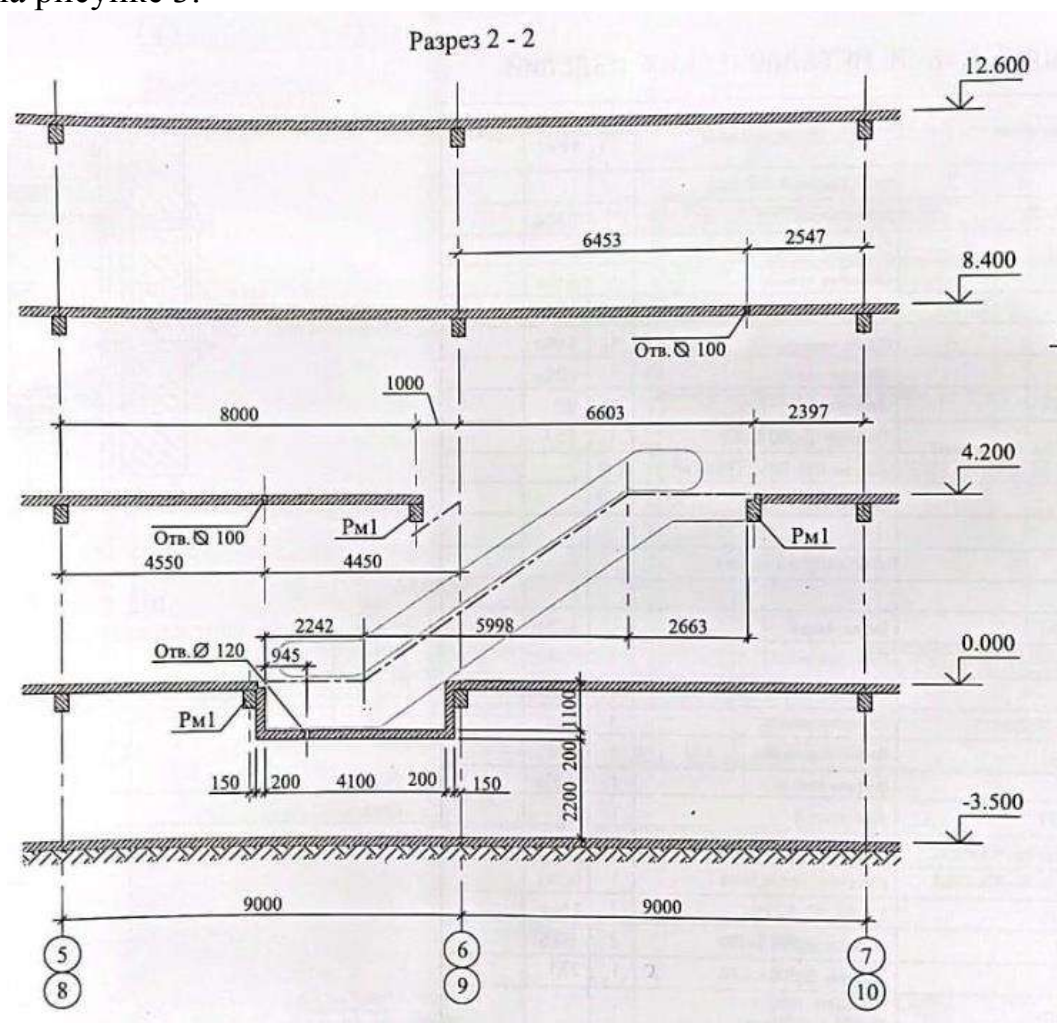


Рисунок 3 – Вертикальный разрез здания 2-2

Перечислим задачи, которые необходимо решить при разработке проекта реконструкции.

Первая задача – в подвальном этаже образовать приямок для установки лебёдок первого эскалатора. Он имеет прямоугольного помещения со стенами и днищем из монолитного железобетона. Глубина приямка и его размеры в плане зависят от уровня чистого пола подвала, от выбранной конструкции эскалатора и указывается в его сопроводительных документах.

Вторая задача – образование проемов в плите, имеющих прямоугольную форму. Размеры проемов также зависят от габаритных размеров эскалатора и указываются в сопроводительных документах. Для каждого эскалатора, который устанавливается между надземными этажами, необходимо устройство двух проемов в соседних междуэтажных перекрытиях. Первый проем на уровне нижнего этажа имеет меньшие размеры, сопоставимые с размерами приямка в плане. Второй проем на уровне верхнего этажа большего размера, чтобы обеспечить перевозку посетителей с учетом их роста (рисунок 2).

Третья задача – определить перечень конструктивных элементов перекрытий, подлежащих демонтажу. Это касается ригелей, без частичного демонтажа которых эскалатор "не вписывается" в вертикальный разрез. Так как это изменит конструктивную схему каркаса, потребуется его реконструкция – каркас станет нерегулярным [3].

Это ставит четвертую задачу – выполнение проверочного расчета каркаса после переноса ригелей на новое место. Для этого следует назначить размеры сечений новых ригелей, их местоположение, прочность бетона и армирование. Нагрузки следует определять по нормативно-техническому пособию [4]. Если проверочный расчет покажет достаточную несущую способность каркаса, переходят к разработке рабочих чертежей и проекта производства работ.

Для установки эскалаторов разработаны специальные нормативные документы [5, 6]. Они обязательны для применения как в новых, так и в реконструируемых зданиях, так как гарантируют надежную и безопасную службу в течение всего периода эксплуатации здания.

Итоговым документом, по которому можно выполнять строительные работы, будет являться проект реконструкции здания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП РК 1.04-101-2012. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015
2. СП РК 1.04-110-2017. Обследование, оценка технического состояния и сейсмоусиление зданий и сооружений / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 49 с.
3. СП РК 2.03-30-2017*. Строительство в сейсмических зонах / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2018. – 111 с.
4. НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017. Нагрузки и воздействия на здания. Часть 1.3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3: 2003/2011). Часть 1.4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4: 2003/2011 / Комитет по делам строительства и жил. – ком. хозяйства Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 181 с.
5. Эскалаторы поэтажные и пассажирские конвейеры. Монтаж и пусконаладочные работы. Правила организации и производства работ, контроль выполнения и требования к результатам работ. СТО НОСТРОЙ 2.23.183-2015: М., 2016. – 53 с.
6. РД 10-172-97. Рекомендации по конструкции и установке поэтажных эскалаторов и пассажирских конвейеров. Серия 10. Выпуск 46 / Кол. авт. – М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. – 64 с.

УДК 004.942

Ермуханбетова Н.А. (24-МСК-1, ВКТУ), Агзамбекова А.Т., Сейтназарова К.Р (24-МС-1, ВКТУ), Аубакирова З.А (старший преподаватель, ВКТУ)

**ИИ В ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ:
СООТВЕТСТВИЕ ISO 52900 И ISO 17296**

***Аннотация.** В статье рассматривается применение искусственного интеллекта (ИИ) в технологии 3D-печати строительных материалов. Анализируется соответствие процессов аддитивного производства международным стандартам ISO 52900 и ISO 17296. Особое внимание уделено роли ИИ в оптимизации параметров печати, контроле качества и повышении эффективности производства.*

***Ключевые слова:** 3D-печать, аддитивные технологий, нейросеть, международный стандарт, автоматизация, искусственный интеллект, строительные материалы, ISO 52900, ISO 17296.*

Современные технологии 3D-печати открывают новые возможности для строительной индустрии, позволяя создавать сложные конструкции с высокой точностью и минимальными затратами. Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в этот процесс способствует автоматизации, повышению качества продукции и снижению производственных издержек. Однако для успешного применения технологий 3D-печати важно соблюдать международные стандарты, такие как ISO 52900[1] и ISO 17296[2], которые регламентируют терминологию, процессы и контроль качества аддитивного производства.

ISO 52900 и ISO 17296 — это международные стандарты, устанавливающие основные принципы и терминологию в области аддитивного производства. ISO 52900 определяет аддитивное производство как процесс создания компонентов на основе 3D-моделей путем послойного добавления материала, отличающийся от вычитательных и формовочных методов производства. ISO 17296[2], в свою очередь, охватывает общие принципы аддитивного производства, включая обзор категорий процессов и используемых материалов.

Зарубежные ученые активно исследуют применение искусственного интеллекта (ИИ) в аддитивных технологиях. В статье на портале Industry 3D обсуждается, как ИИ влияет на индустрию аддитивного производства, начиная от новых возможностей проектирования до автономного управления 3D-принтерами и обеспечения качества деталей. Эксперты отмечают, что ИИ способствует созданию передовых методов проектирования и повышению повторяемости и качества производимых деталей [3].

В другом исследовании, опубликованном на сайте DipMall, анализируются основные тенденции и особенности применения инновационных решений, основанных на ИИ и аддитивных технологиях. Авторы подчеркивают, что интеграция ИИ в процессы 3D-печати позволяет автоматизировать контроль качества, оптимизировать расход материалов и

предсказывать поведение материалов во время печати, что значительно снижает вероятность дефектов и повышает точность производства [4].

ИИ применяется в 3D-печати для анализа данных, прогнозирования возможных дефектов, управления параметрами печати в реальном времени и оптимизации расхода материалов [5]. Машинное обучение и нейросетевые алгоритмы позволяют автоматизировать процессы контроля качества, снижая количество брака и повышая точность производства. Благодаря использованию ИИ обеспечивается адаптивное управление процессами печати, что особенно важно при изготовлении сложных архитектурных и строительных элементов [6].

ИИ также позволяет использовать интеллектуальные системы прогнозирования поведения материалов. В 3D-печати строительных конструкций важным фактором является контроль характеристик материалов, таких как усадка, пористость и механическая прочность. Применение технологий глубокого обучения дает возможность анализировать данные о составе строительных смесей и предсказывать их поведение при печати, что значительно уменьшает вероятность дефектов и брака [7].

Кроме того, ИИ используется для автоматизированного проектирования 3D-моделей, что позволяет адаптировать конструкции к конкретным условиям эксплуатации. Например, алгоритмы генеративного дизайна могут предложить оптимальные формы строительных элементов, которые обеспечивают высокую прочность при минимальном расходе материала. Такие технологии находят применение в строительстве мостов, зданий и других крупных инфраструктурных объектов.[8]

ISO 52900[1] определяет основные принципы и терминологию аддитивного производства, обеспечивая единообразие технологических процессов. В свою очередь, ISO 17296[2] охватывает аспекты качества, требования к сырью и методы контроля аддитивного производства. Интеграция ИИ в 3D-печать способствует более точному соблюдению данных стандартов за счет автоматизированного мониторинга параметров печати и анализа качества продукции. Например, системы компьютерного зрения позволяют обнаруживать микродефекты в реальном времени, что соответствует требованиям ISO 17296[4].

Важной частью стандартизации является внедрение систем обратной связи, основанных на алгоритмах машинного обучения. Такие системы могут в режиме реального времени анализировать отклонения от заданных параметров печати и автоматически корректировать процесс. Это позволяет повысить стабильность качества продукции и снизить уровень отходов производства.[6]

В будущем развитие ИИ в области 3D-печати строительных материалов позволит достичь более высокой степени автоматизации и улучшения качества продукции. Современные исследования направлены на создание адаптивных алгоритмов, способных самостоятельно подстраиваться под изменения условий печати и обеспечивать стабильное качество изделий[7]. Развитие стандартов ISO с учетом внедрения ИИ также является важным направлением, так как

автоматизированные системы требуют новых нормативных положений для их корректного функционирования.

Еще одним перспективным направлением является развитие цифровых двойников, которые позволяют моделировать процесс печати с высокой точностью и выявлять возможные проблемы до начала производства. Системы цифровых двойников, работающие на основе искусственного интеллекта, могут предсказывать потенциальные дефекты, анализировать механические свойства напечатанных объектов и оптимизировать конструктивные решения. Это особенно важно при создании крупных строительных элементов, где ошибки могут привести к значительным экономическим потерям.

Использование искусственного интеллекта в 3D-печати строительных материалов значительно повышает эффективность и качество аддитивного производства. Соответствие международным стандартам ISO 52900 [1] и ISO 17296 [2] обеспечивает необходимый уровень надежности и безопасности процессов. Дальнейшее развитие технологий ИИ в данной области открывает новые перспективы для автоматизации и улучшения производственных характеристик.

Современные технологии 3D-печати открывают новые возможности для строительной индустрии, позволяя создавать сложные конструкции с высокой точностью и минимальными затратами. Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в этот процесс способствует автоматизации, повышению качества продукции и снижению производственных издержек. Однако для успешного применения технологий 3D-печати важно соблюдать международные стандарты, такие как ISO 52900 и ISO 17296, которые регламентируют терминологию, процессы и контроль качества аддитивного производства.

ISO 52900 и ISO 17296 — это международные стандарты, устанавливающие основные принципы и терминологию в области аддитивного производства. ISO 52900 определяет аддитивное производство как процесс создания компонентов на основе 3D-моделей путем послойного добавления материала, отличающийся от вычитательных и формовочных методов производства. ISO 17296, в свою очередь, охватывает общие принципы аддитивного производства, включая обзор категорий процессов и используемых материалов.

Зарубежные ученые активно исследуют применение искусственного интеллекта (ИИ) в аддитивных технологиях. В статье на портале Industry3D обсуждается, как ИИ влияет на индустрию аддитивного производства, начиная от новых возможностей проектирования до автономного управления 3D-принтерами и обеспечения качества деталей. Эксперты отмечают, что ИИ способствует созданию передовых методов проектирования и повышению повторяемости и качества производимых деталей.

В другом исследовании, опубликованном на сайте DipMall, анализируются основные тенденции и особенности применения инновационных решений, основанных на ИИ и аддитивных технологиях. Авторы подчеркивают, что интеграция ИИ в процессы 3D-печати позволяет

автоматизировать контроль качества, оптимизировать расход материалов и предсказывать поведение материалов во время печати, что значительно снижает вероятность дефектов и повышает точность производства.

ИИ применяется в 3D-печати для анализа данных, прогнозирования возможных дефектов, управления параметрами печати в реальном времени и оптимизации расхода материалов. Машинное обучение и нейросетевые алгоритмы позволяют автоматизировать процессы контроля качества, снижая количество брака и повышая точность производства. Благодаря использованию ИИ обеспечивается адаптивное управление процессами печати, что особенно важно при изготовлении сложных архитектурных и строительных элементов.

ИИ также позволяет использовать интеллектуальные системы прогнозирования поведения материалов. В 3D-печати строительных конструкций важным фактором является контроль характеристик материалов, таких как усадка, пористость и механическая прочность. Применение технологий глубокого обучения дает возможность анализировать данные о составе строительных смесей и предсказывать их поведение при печати, что значительно уменьшает вероятность дефектов и брака.

Кроме того, ИИ используется для автоматизированного проектирования 3D-моделей, что позволяет адаптировать конструкции к конкретным условиям эксплуатации. Например, алгоритмы генеративного дизайна могут предложить оптимальные формы строительных элементов, которые обеспечивают высокую прочность при минимальном расходе материала. Такие технологии находят применение в строительстве мостов, зданий и других крупных инфраструктурных объектов.

ISO 52900 определяет основные принципы и терминологию аддитивного производства, обеспечивая единообразие технологических процессов. В свою очередь, ISO 17296 охватывает аспекты качества, требования к сырью и методы контроля аддитивного производства. Интеграция ИИ в 3D-печать способствует более точному соблюдению данных стандартов за счет автоматизированного мониторинга параметров печати и анализа качества продукции. Например, системы компьютерного зрения позволяют обнаруживать микродефекты в реальном времени, что соответствует требованиям ISO 17296.

Использование искусственного интеллекта в 3D-печати строительных материалов значительно повышает эффективность и качество аддитивного производства. Соответствие международным стандартам ISO 52900 и ISO 17296 обеспечивает необходимый уровень надежности и безопасности процессов. Дальнейшее развитие технологий ИИ в данной области открывает новые перспективы для автоматизации и улучшения производственных характеристик.

Новейшие исследования в области применения ИИ в аддитивном производстве указывают, что современные алгоритмы не только повышают качество изделий, но и способствуют значительному снижению энергопотребления, оптимизации временных затрат и улучшению планирования производства. Так, согласно статье Иванова и Петрова,

применение машинного обучения позволяет прогнозировать динамику спроса на готовую продукцию и адаптировать производственные процессы под изменяющиеся рыночные условия [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ISO 52900:2021. Аддитивное производство – Общие принципы – Терминология. – Международная организация по стандартизации, 2021. <https://www.iso.org/standard/69669.html>
2. ISO 17296-2:2015. Аддитивное производство – Общие принципы – Обзор категорий процессов и исходных материалов. – Международная организация по стандартизации, 2015. <https://www.iso.org/standard/63389.html>
3. Смит Дж., Браун П. Искусственный интеллект в аддитивном производстве. – Журнал производственных наук, 2023, Том 15, №4, стр. 120-135. <https://doi.org/10.1016/j.jms.2023.04.005>
4. Чжан Х., Ли С. Контроль качества в 3D-печати на основе ИИ. – Международный журнал передового производства, 2024, Том 18, №2, стр. 45-62. <https://doi.org/10.1007/s12345-024-6789-1>
5. Дэвис Р. Умная печать: интеграция ИИ в строительстве. – Обзор технологий строительства, 2023, стр. 88-102. <https://www.constructiontechreview.com/article/ai-integration-in-3d-printing>
6. Иванов А., Петров Б. «Новые тенденции в применении ИИ в 3D-печати». Журнал аддитивного производства, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2023.101234>

УДК 69.05 (075.8)

Ерсаинова А.Б., Солдун А.С. (24-МСС-2, ВКТУ), Гольцев А.Г. (к.т.н., ВКТУ)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОКУМЕНТООБОРОТА И МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

***Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы контроля качества строительно-монтажных работ и пути совершенствования документооборота. Анализируются традиционные методы контроля и их недостатки. Предлагается внедрение современных цифровых технологий, включая БПЛА, видеонаблюдение и искусственный интеллект, для повышения эффективности контроля качества. Особое внимание уделяется оптимизации документооборота с помощью электронных систем. Рассматривается опыт внедрения системы E-Qurylys в Казахстане. Подчеркивается важность цифровизации для повышения качества строительства и снижения рисков.*

***Ключевые слова:** контроль качества строительства, цифровизация документооборота, строительно-монтажные работы, автоматизированные системы контроля, БПЛА, искусственный интеллект, E-Qurylys.*

Строительство зданий и сооружений является трудоемким процессом, требующим больших человеческих усилий, большого объема капиталовложений и высокого качества выполненных работ. При возведении зданий различного предназначения очень важно придерживаться последовательности производства работ в соответствии с этапами жизненного цикла строительства здания. Недостаточное внимание к контролю соблюдения стандартов и качества строительства приводит к удорожанию строительства, увеличению эксплуатационных расходов и даже к аварийным ситуациям построенных зданий и сооружений [1, с. 15].

Современное строительство сталкивается с серьезными проблемами, связанными с недостаточным контролем качества, несоблюдением регламентов на этапах выполнения строительно-монтажных работ и слабым мониторингом процессов. Человеческий фактор, устаревшие методы документооборота и отсутствие оперативного анализа данных часто приводят к дефектам, которые обнаруживаются лишь на поздних этапах, что влечёт за собой дополнительные затраты и задержки в сдаче объектов. В последние годы, особенно человеческий фактор, приводит к серьезным нарушениям технологии строительного производства и соответственно к значительным дефектам, что в свою очередь значительно увеличивает сроки строительства и стоимость объектов. Качество сданных объектов часто не соответствует эстетическим требованиям и не удовлетворяет потребности людей.

Примеры ошибок приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Проблемы контроля качества в строительстве

Тем не менее, бурное развитие портативной электронной техники не могло не сказаться и на строительной отрасли. На стройках США, Канады и отдельных европейских стран наряду с повсеместно ныне распространенными смартфонами и планшетами, следующие инновации становятся все более распространенными и востребованными:

- компактные лазерные сканеры, способные делать исключительно точные многомерные рисунки в течение считанных минут;
- 3D-принтеры, которые могут изготовить действующий конструктивный элемент в течение нескольких часов;
- безбумажные проекты, в которых все рисунки, схемы, изменения в заказах, претензии и документы передаются из офиса на стройплощадку с помощью интегрированных приложений [2, с. 251].

Современные технологии, такие как искусственный интеллект, беспилотные летательные аппараты и системы видеонаблюдения, предлагают новые возможности для повышения качества строительно-монтажных работ. Они позволяют не только минимизировать влияние человеческого фактора, но и создать более прозрачную и эффективную систему документооборота. Эти инструменты позволяют: в режиме реального времени отслеживать ход строительства; автоматически фиксировать несоответствия проектным решениям; анализировать строительные процессы с целью минимизации ошибок.

Использование БПЛА и видеокамер дает возможность оперативно передавать данные диспетчеру, который анализирует поступающую информацию и принимает соответствующие меры. Далее формируются документы, подтверждающие выполнение контроля, устранение замечаний и фиксацию нарушений.

Традиционный контроль качества в строительстве основывается на физическом присутствии специалистов на объекте, визуальных осмотрах и ручной проверке соответствия выполненных работ проектной документации, и

строительным нормам. Основные формы контроля включают входной, операционный и приемочный контроль.

Входной контроль. На этом этапе оцениваются все поступающие на объект материалы, изделия, конструкции, а также техническая документация. Цель - убедиться в соответствии поставляемых ресурсов требованиям проекта и нормативных документов. Процесс включает проверку сертификатов качества, паспортов и других сопроводительных документов. Результаты фиксируются в журналах входного контроля и актах приемки материалов.

Операционный контроль. Проводится в ходе выполнения строительных работ или сразу после их завершения. Основная задача - обеспечить соответствие технологических процессов установленным требованиям и стандартам. Методы контроля включают: визуальный осмотр – проверка внешнего состояния и правильности выполнения работ; натурные измерения – определение линейных размеров и геометрических параметров конструкций; испытания – разрушающие и неразрушающие методы для оценки прочности и других характеристик материалов.

Результаты операционного контроля документируются в рабочих журналах, актах освидетельствования скрытых работ и протоколах испытаний.

Приемочный контроль. Заключительный этап, проводимый после завершения строительства объекта или его отдельных частей. Цель - официальное подтверждение готовности объекта к эксплуатации и его соответствия проектным требованиям. Включает комплексную оценку выполненных работ, проверку исполнительной документации и результатов предыдущих этапов контроля. Документально оформляется актами приемки и заключениями комиссий.

Традиционная структура документооборота в строительстве представляла собой многоэтапный процесс, начинающийся со сбора данных инженерами и техническими специалистами, которые фиксировали результаты осмотров в бумажных журналах, актах и отчётах. Затем следовало оформление документов, при котором данные переносились в различные бумажные формы, включая журналы производства работ, акты освидетельствования скрытых работ, исполнительные схемы, акты проверок и испытаний, а также отчёты технического надзора. После этого документы проходили длительный процесс согласования, передаваясь по инстанциям для утверждения. Завершающим этапом было архивирование бумажных носителей, что существенно затрудняло последующий поиск и анализ информации.

Документооборот в традиционном подходе представляет собой обширный объем бумажной документации, включая акты, журналы работ, сертификаты соответствия и другие документы. Процесс согласования и подписания таких документов часто занимает значительное время из-за необходимости физической передачи документов между участниками проекта. Кроме того, человеческий фактор может приводить к ошибкам при заполнении и обработке документов [3, с. 64].

На современном этапе развития строительного производства используются различные цифровые инструменты, с помощью которых осуществляются практически все виды контроля на стадии строительства (на строительной площадке). Современный подход включает: использование цифровых платформ для управления документацией; интеграцию данных с БПЛА, видеокамер и ИИ в автоматизированные системы контроля; фиксацию и хранение данных в электронных отчетах и базах данных.

Новая система документооборота в строительстве представляет собой комплексный цифровой процесс, начинающийся со сбора данных в режиме реального времени с помощью БПЛА и видеокамер. Искусственный интеллект анализирует полученную информацию, выявляя отклонения, после чего данные передаются в цифровую систему, доступную диспетчерам и инженерам. На основе этой информации диспетчер принимает решения, отправляя предписания подрядчикам. Электронная система автоматически формирует необходимую документацию, включая акты проверок и отчеты. Завершающим этапом является обратная связь, где исполнители загружают подтверждения устранения нарушений, которые также проверяются искусственным интеллектом, обеспечивая полный цикл контроля качества строительства.

В настоящее время на российском рынке представлено несколько систем автоматизированного строительного контроля, в их числе: «LementPro» (разработчик «SODIS Lab»); «СтройКонтроль» (разработчик ООО «Мобильные решения для строительства»); «ЦУС – Цифровое управление строительством» (разработчик ООО «Матрикс») и др. [3, с. 65]

В июле 2022 г. в НКО «Нижегородский фонд ремонта МКД» внедрено приложение «Мобильный сотрудник» для инспекторов строительного контроля, позволяющее регистрировать прибытие на объект по ГЛОНАСС, фиксировать дефекты с фото, составлять акты и автоматически формировать отчеты с расчетом процента выполнения работ, которые загружаются в систему АСУ ФКР. В ходе учебной практики проведен выезд на пятиэтажный многоквартирный дом, где завершён демонтаж кровли. С помощью приложения проверены объёмы работ: ремонт несущей части крыши выполнен на 30,24 %, ограждающей — на 15,45 %, отчет отправлен в систему [3, с. 65].

Несмотря на то, что в Казахстане на государственном уровне продвигается сразу несколько цифровых проектов в строительстве, которые могут призваны облегчить различные этапы строительного процесса, сама отрасль оцифрована лишь на 5%. Многие застройщики все еще используют традиционные методы работы с бумажной документацией. Отмечается слабая цифровизация внутреннего документооборота компаний [4].

E-Qurylys — инструмент повышения контроля качества и прозрачности строительства в стране. Разработан для автоматизации строительства на всех этапах, обеспечивает мониторинг работ. Система содержит отчеты технического и авторского надзора, фиксирует выполнение плановых и фактических работ, этапы акта приемки объекта в эксплуатацию, собирает отчеты технического надзора по всей республике в электронном виде. На

основе них делается аналитика. Через эту систему обяжут работать всех участников строительного процесса в РК [4].

Но этот цифровой инструмент не может стать помощником застройщиков и девелоперов в основном вопросе: повышении качества самого строительстве, соблюдении сроков и бюджета проекта. «E-Qurylys» не включает функции дефект-менеджмента, не может способствовать в выявлении, уменьшении числа дефектов и их оперативном устранении, как и в целом существенных строительных задач [4].

Внедрение цифровых технологий в контроль качества строительномонтажных работ представляет собой революционный шаг в развитии строительной отрасли. Этот процесс значительно снижает влияние человеческого фактора, который часто является источником ошибок и неточностей в традиционных методах контроля. Использование систем искусственного интеллекта для анализа данных позволяет выявлять потенциальные проблемы еще до их возникновения, что переводит контроль качества из реактивного в проактивный режим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипова А. Н., Гусарева Е. А. Система электронного документооборота как средство оперативного контроля деятельности строительных организаций // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 8. – С. 15-20
2. Сайтгараева А. Ф. Система электронного документооборота как инструмент оперативного управления на строительном участке // Вестник университета. – 2016. – №7-8. – С. 251-255
3. Чибаква Е., Юматова Э. Контроль качество строительства с применением информационно-телекоммуникационных технологий // Роль технического регулирования и стандартизации в эпоху цифровой экономики: сборник статей участников IV Международной научно-практической конференции молодых. – Издательский дом «Ажур»: Екатеринбург, 2022. – С. 63-67.
4. PlanRadar. Цифровизация строительства Казахстана: Переходим на BIM [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.planradar.com/cis/cifrovizaciya-stroitelstva-kazahstana-perekhodim-na-bim/> — (Дата обращения: 15 февраля 2025).

УДК 628.381

Зиятбек Е. (22-ВРк-1, ШҚТУ), Анапьянова С.Б. (аға оқытушы ШҚТУ)

ЕЛІМІЗДЕГІ ШАҒЫН ЕЛДІ МЕКЕНДЕРДЕН ШЫҚҚАН ТҰРМЫСТЫҚ ТӨГІНДІ СУЛАРДЫ КӘДЕГЕ ЖАРАТУ ЖОЛЫ

***Аңдатпа.** Су тапшылығына байланысты проблемалар болашақта халықтың өсуіне, урбанизацияға, климаттың өзгеруіне және азық-түлікке деген сұраныстың артуына байланысты одан да күрделі болады. Суға деген сұранысты қанағаттандыру мақсатында басқа да су ресурстарын қарастыру қажет. Бұл мақалада су тұтынуда көп сұранысқа ие сала – суару үшін төгінді суларды пайдаланудың дүниежүзілік тәжірибесі қарастырылған. Оның артықшылықтары мен кемшіліктері туралы айтылады.*

***Түйін сөздер:** тұрмыстық төгінді сулар, тазарту ғимараттары, суаруға жарамдылығы, суару.*

Біздің еліміздің аумағында көптеген шағын елді мекендер бар. Айта кету керек, шағын елді мекендер қалалармен салыстырғанда экономикалық тұрғыдан төмен және аз дамыған. Су ресурстарын қорғау және халықтың әл-ауқатын арттыру міндеттеріне сүйене отырып, қазіргі уақытта оларды сумен жабдықтау мен су бұрудың қолжетімді орталықтандырылған жүйелерімен қамтамасыз ету үрдісі байқалады.

2024 жылдың қаңтар айына [1] сәйкес Қазақстан Республикасында облыс саны - 17, аудандар - 188, қалалар - 89, соның ішінде республикалық маңызы бар - 3, кенттер - 29, ауылдық округтер - 2 169, ауылдар - 6 256 бар.

89 қаланың 27 моноқала және ондағы тұрғын саны 1,4 млн адам [2].

Ал осы шағын елді мекендердегі (моноқала) тұрмыстық төгінді суларды тазарту ғимараттары өткен жүзжылдықтың 70-ші жылдары салынған. Яғни тозығы жетіп, апатты жағдайда жұмыс жасап тұр.

Егер апаттық тазарту ғимараттары дұрыс жұмыс істемесе бұл ауыр зардаптарға әкеледі:

1. Қоршаған ортаның ластануы: төгінді сулардың жеткіліксіз немесе дұрыс тазаланбауы ластаушы заттардың табиғи ортаға, соның ішінде өзендерге, көлдерге және жер асты суларына шығарылуына әкелуі мүмкін. Бұл экожүйеге теріс әсер етіп қана қоймай, тірі организмдер мен су объектілерінің өсімдіктеріне қауіп төндіруі мүмкін.

2. Адам денсаулығына қауіп: дұрыс тазаланбаған төгінді суларда бактериялар, вирустар, улы заттар және адам денсаулығына қауіп төндіретін басқа да қауіпті ластаушы заттар бар. Мысалы, ластанған суда патогендер болуы мүмкін, олар мұндай сумен байланыста немесе ішкенде жұқпалы аурулардың таралуына әкелуі мүмкін

3. Экономикалық шығындар: Төгінді суларды тазарту қондырғыларындағы апаттар жергілікті қауымдастықтар мен кәсіпорындар үшін айтарлықтай экономикалық шығындарға әкелуі мүмкін. Олардың жұмыс істеуі бұзылуы мүмкін, бұл жабдықты жөндеуді немесе ауыстыруды қажет

етеді, сонымен қатар қосымша операциялық шығындарды талап етеді, яғни қызметтің қымбаттауына әкеледі.

Ендеше сол толығымен тазартылмаған немесе жете тазартылмаған төгінді суларды жер беті су көздеріне тастамай, экологиялық мәселені ушықтырмай кәдеге жарату жолын қарастыруға болады.

Суармалы егіншілікке деген қажеттілік күннен-күнге артып келеді және қалпына келетін су ресурстарынан ең көп су, суару мақсатында жұмсалады [3]. Сонымен қатар, қолда бар су ресурстары азайып келеді және бізге алдағы су дағдарысына байланысты суару үшін дәстүрлі емес су ресурстарын пайдалану керек.

Су өмірдің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады, бірақ бұл сапалық осалдығы мен сандық шектеулері бар осал және шектеулі ресурс. 2025 жылға қарай бүкіл әлем халқының 60% - ы су тапшылығы проблемасына тап болуы мүмкін деп күтілуде [4].

Тұщы су жетіспейтін жерлерде төгінді сулар көбінесе дақылдарды суару үшін қолданылады. Көптеген елдерде бұл заңмен рұқсат етілмегенімен, тазартылмаған төгінді суларды дақылдарды суару үшін пайдалану әлемнің көптеген елдерінде сапалы судың болмауына байланысты қолданылады [5].

2050 жылға қарай суармалы азық түлік өндірісі 50 пайыздан асуы керек [6]. Климаттың өзгеруі су тапшылығын және су ресурстары үшін бәсекелестікті күшейтеді деп күтілуде. Төгінді сулар көбінесе дамып келе жатқан айналмалы экономиканың құнды ресурсы ретінде қарастырылады. Бұл құрғақ және жартылай құрғақ елдерде су тапшылығын шешу үшін пайдалы болуы мүмкін [7]. Ал кей елдерде ол дәретхананы жуу, ауылшаруашылық және ландшафттық суару, өндірістік процестер, сондай-ақ жер асты суларының алқаптарын толтыру үшін қолданылады [8].

Әлемнің 44-ке жуық елі төгінді суларды дақылдарды суару үшін пайдаланады [9]. Ол Қытайда, Пәкістанда, Колумбияда, Сирияда, Оңтүстік Африкада, Мароккода және Перуде кеңінен қолданылады [10]. Тазартылған ағынды сулармен суару Кипрде, Италияда, Мальтада, Израильде, АҚШ-та, Мексикада және Чилиде де сәтті қолданылады [10].

Әлемдегі сияқты біздің елде де Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың «Сындарлы қоғамдық диалог – Қазақстанның тұрақтылығы мен өркендеуінің негізі» [11] атты Жолдауында қазіргі таңда 1,6 миллион гектар суармалы жер көлемін кезең-кезеңмен 2030 жылға қарай 3 миллион гектарға дейін ұлғайту мәселесі көтеріліп отыр, оның арты суға деген сұраныстың артуына әкеледі.

Ал елімізде 2030 жылға қарай ішкі өзен ағыны 102,3-тен 99,4 км³ дейін қысқарады. Оның ішінде шектес елдерден келетін ағын 47,8-ден 46,5 км³ дейін қысқаруы мүмкін [12]. Осыған байланысты су тапшылығы 23,2 км³ құрайды. Бұл халықтың және экономиканың жыл сайынғы су пайдалану көлемімен бірдей. Егер су пайдалану тиімділігі өспесе, онда 2040 жылға қарай елімізді сумен қамтамасыз ету жағдайы нашарлауы мүмкін [13].

Республикамыздың облыс орталықтарынан, тіпті шағын қалалардан шыққан төгінді суларды жинап ұстау күрделі мәселе болып отыр. Қала халқының жыл сайын көбеюі салдарынан төгінді судың көлемі соңғы он жылмен салыстырғанда екі еседей артатындығы айтылуда. Кейбір қалалардың маңындағы жинағыш ойпаңдар мен фильтрация алқаптары төгінді суға толған. Су жинағыштарын кеңейтуге, жаңаларын салуға үлкен көлемде қаржы қажет екендігі белгілі. Төгінді судың осыншама шектен тыс көп жинақталуы қоршаған ортаның қоршаған ортаның экологиялық жағдайына әсер етуде. Төгінді сулармен суарудан топырақтың, жер асты суының ластануы жайлы, яғни экологияға келетін зардаптары туралы айтылған еңбектер де аз емес.

Ауыл шаруашылығы секторында дақылдарды суару үшін төгінді суларды пайдалану топырақтың сапасына/өнімділігіне, дақылдардың өнімділігіне және адам денсаулығына теріс және оң әсер етеді [14, 15].

Мысалы, Худайкулиев А. төгінді суларды қолдану мүмкіндігі бойынша жүргізілген зерттеулерінде олардың осы мақсатта өте қолайлы екенін көрсетті. Химиялық құрамның орташа көрсеткіштері бойынша төгінді сулар ортаның сілтілі реакциясымен (РН 8,3), төмен минералданумен (күйдірілген қалдық бойынша 0,5 г/л-ден аз) сипатталады [16].

Ал [17] төгінді сулармен суару Пәкістандағы, Қытайдағы азық-түлік дақылдарында металдардың жиналуының негізгі көзі болып табылады, бұл адам тұтынған кезде кең ауқымда денсаулыққа жағымсыз әсер етуі мүмкін. Демек, төгінді суларды суару жүйелерін, сондай-ақ құбырлы суару жүйелерін қатаң бақылау және азық-түлік дақылдарында ауыр металдардың жиналуын болдырмаудың әртүрлі стратегияларын әзірлеу қажет, бұл сайып келгенде әсер ететін халықтың денсаулығына созылмалы қауіптерді азайтуы мүмкін.

Айта кету керек, төгінді сулармен суарудың тиімділігі көбінесе өңделген дақылдарды таңдауға байланысты. Экологиялық және экономикалық тұрғыдан алғанда, суару алқаптарында өсіруге ең қолайлы дақылдар шөп пен мал жаю үшін пайдаланылатын көпжылдық шөптер болып табылады [16].

Төгінді сулардың болуы және олардың құнарлық қасиеттері оларды құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда суару тәжірибесі үшін құнды балама су көзіне айналдырады. Дегенмен, төгінді суларды дұрыс басқармау қоршаған орта мен денсаулыққа елеулі проблемалар әкелуі мүмкін.

Барлық шағын елді мекендердің тұрмыстық төгінді суын тазарту ғимараттарының құрамы ұқсас келеді. Тазарту ғимараттарының құрамында механикалық және биологиялық тазарту тәсілінде қолданылатын ғимараттар (типтік) қарастырылған.

Осындай тазартудан өткен Шығыс Қазақстан облысындағы шағын елді мекеннің су құрамында да биогенді заттардың құрамы шекті рұқсат етілген концентрациядан артып отыр. Биогенді заттармен байытылған бұл сулардағы тұздың құрамы Кесте 1 келтірілген. Осы деректер арқылы суаруға жарамдылығын анықтау есептері жан-жақты жүргізілген [18].

Кесте 1– Тазарту ғимаратының шығаруынан алынған судың сапасы

	Көрсеткіш атауы	Өлшем бірлігі	Шығарудан алынған су сынамаcы
1	pH	бірл.	7,2
2	Жалпы минерализация (кұрғақ қалдық)	мг/л	115,3
3	Кальций (Ca^{2+})	мг/л	28,5
4	Магний (Mg^{2+})	мг/л	7,8
5	Натрий (Na^{+})	мг/л	38,2
6	Калий (K^{+})	мг/л	18,2
7	Гидрокарбонаттар (HCO_3^{-})	мг/л	15,25
8	Карбонаттар (CO_3^{2-})	мг/л	60,61
9	Хлоридтер (Cl^{-})	мг/л	3,28
10	Сульфаттар (SO_4^{2-})	мг/л	66,0

Осылайша, шағын елді мекеннің тазартылған шаруашылық-тұрмыстық төгінді суларын суарудың балама көзі ретінде қарастыруға болады. Сонымен қатар, бұл табиғи көздерден таза су алу және төгінді суларды кәдеге жарату сияқты экологиялық мәселелерді шешеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан <https://stat.gov.kz/ru/industries/social-statistics/demography/publications/117681/>
2. Официальный информационный ресурс Премьер-министра Республики Казахстан <https://primeminister.kz/ru/news/17-trln-tenge-potratyat-do-2027-goda-na-razvitie-10-ti-monogorodov-v-kazakhstane-25472>
3. Raschid-Sally and Jayakody, Drivers and characteristics of wastewater agriculture in developing countries: results from a global assessment. International Water Management Institute, Colombo, 35p, (IWMI Research Report 127), 2008
4. 1. Rijsberman, F.R. Water scarcity: Fact or fiction? Agric. Water Manag. 2006, 80, 5–22.
5. Zhang, Y.; Shen, Y. Wastewater irrigation: Past, present, and future. WIREs Water 2019, 6.
6. FAO. Water for Sustainable Food and Agriculture Water for Sustainable Food and Agriculture; FAO: Rome, Italy, 2017; ISBN 9789251099773.
7. Mancuso, G.; Lavrnić, S.; Toscano, A. Reclaimed water to face agricultural water scarcity in the Mediterranean area: An overview using Sustainable Development Goals preliminary data. Adv. Chem. Pollut. Environ. Manag. Prot. 2020, 5, 113–143.

8. Tripathi, M.P.; Bisen, Y.; Tiwari, P. Reuse of Wastewater in Agriculture. In *Water Conservation, Recycling and Reuse: Issues and Challenges*; Springer: Singapore, 2019; pp. 231–258. ISBN 9789811331794.
9. Hashem, M.S.; Qi, X. Treated Wastewater Irrigation—A Review. *Water* 2021, 13, 1527.
10. Jaramillo, M.; Restrepo, I. Wastewater Reuse in Agriculture: A Review about Its Limitations and Benefits. *Sustainability* 2017, 9, 1734.
11. Мемлекет Басшысының Қазақстан халқына Жолдауы «Сындарлы қоғамдық диалог - Қазақстанның тұрақтылығы мен өркендеуінің негізі», 02.09.2019ж. URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K1900002019>
12. T. Narbayev, A.K.Zauerbek, M.Narbayev, K.Narbayeva «Improvement of the methodology and scientific- technical basis of the adjustment parameters of reservoirs in the pool of undrained rivers (case study of ile river basin)» *News of the academy of sciences of the republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical sciences*, ISSN 22245278, (2017) 3 (423), pp. 100-113. Цитировано 3 раза, SCOPUS (Q3) процентиль 46 <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-5020411109&partnerID=40&md5=0eb0ec34d1eb7085c4c1d88839fc59>
13. 2030 жылға қарай сырттан келетін су көлемі азаяды – Серікқали Брекешев. [Электронный ресурс].- URL: https://kaz.inform.kz/news/2030-zhylga-karay-syrttan-keletin-su-kolemi-azayady-serikkali-brekeshev_a3945513/
14. Khalid, S.; Shahid, M.; Dumat, C.; Niazi, N.K.; Bibi, I.; Gul Bakhat, H.F.S.; Abbas, G.; Murtaza, B.; Javeed, H.M.R. Influence of groundwater and wastewater irrigation on lead accumulation in soil and vegetables: Implications for health risk assessment and phytoremediation. *Int. J. Phytoremed.* 2017, 19, 1037–1046.
15. Qadir, M.; Wichelns, D.; Raschid-Sally, L.; McCormick, P.G.; Drechsel, P.; Bahri, A.; Minhas, P. The challenges of wastewater irrigation in developing countries. *Agric. Water Manag.* 2010, 97, 561–568.
16. Худайкулиев А. О возможности использования сточных вод и илового осадка для орошения. Маг. БГТУ им. В.Г. Шухова, г.Белгород, Россия, 2019.
17. Khan MU, Malik RN, Muhammad S (2013) Human health risk from heavy metal via food crops consumption with wastewater irrigation practices in Pakistan. *Chemosphere*. doi: 10.1016/j.chemosphere.2013.07.067
18. Анапьянова С.Б., Набиоллина М.С., Мамырбекова Г.К., Колпакова В.П., Еремеева Ю.Н., Фролова О.П. Оценка пригодности для орошения очищенных сточных вод малых населенных пунктов, расположенных в бассейне реки Ертис//Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. - 2024. - №3 (103). - С. 360–371. <https://doi.org/10.37884/3-2024/40>

УДК 691.327

Илюбаев Э.Ж. (24-МСС-2з, ВКТУ)

КОНСТРУИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ СТЕНОВОГО ОГРАЖДЕНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены особенности конструирования изделий из ячеистого бетона для заполнения стенового ограждения гражданских зданий. Проанализированы преимущества ячеистого бетона, приведены примеры конструкций, применяемых в современном строительстве, а также кратко изложена рецептура автоклавного газобетона, позволяющая достичь оптимального соотношения прочности и теплоизоляции. Представлены конструктивные решения для стеновых панелей, обеспечивающих экономичность, энергоэффективность и долговечность ограждающих конструкций, а также рассмотрены вопросы армирования и технологических особенностей изготовления.

Ключевые слова: Ячеистый бетон, газобетон, автоклавное твердение, рецептура, стеновые панели, конструктивные решения, энергоэффективность, армирование, строительные нормы.

Ячеистый бетон – это легкий бетон с пористой структурой, состоящий из равномерно распределенных замкнутых или сквозных пустот, заполненных газом или воздухом. Доля пор может достигать 85–90% объема, что обуславливает малую плотность материала [1, с.10].

Благодаря этому ячеистый бетон обладает рядом преимуществ: он хорошо сохраняет тепло, обеспечивает звукоизоляцию, не горюч (класс НГ по пожарной классификации), экологичен и долговечен [1, с.11].

Небольшая плотность снижает вес конструкций, что уменьшает нагрузку на фундаменты и повышает сейсмостойкость зданий. Кроме того, ячеистые бетоны (газобетон автоклавного твердения и пенобетон неавтоклавного твердения) изготавливаются из доступного минерального сырья и относятся к негорючим и биостойким материалам, способным служить 50 и более лет без потери свойств.

Производство и применение данного материала регламентируется государственными стандартами – например, ГОСТ 25485-89 и ГОСТ 31360-2007 устанавливают технические условия на ячеистые бетоны и изделия из них [1, с.12; 2, с.15].

Примеры конструкций. Технология ячеистых бетонов реализована в различных изделиях для ограждающих конструкций. Один из примеров – крупноразмерные блоки и панели из *полистиролбетона*. Полистиролбетон относят к группе ячеистых бетонов с пористой структурой, получаемой за счет добавления легких пенополистирольных гранул. Компания **ООО «Завод полистиролбетон»** (Уральский регион) с 2001 г. производит стеновые материалы из полистиролбетона, в том числе *мегаблоки* размером 2400×600×400 мм и полистиролбетонные стеновые панели (рисунок 1).



Рисунок 1 – Мегаблоки и стеновые панели

Еще один пример – завод «Сибит» (Новосибирск), входящий в крупный строительный холдинг Сибири.

Под брендом «Сибит» выпускаются автоклавные газобетонные блоки и панели. Налажен выпуск крупноформатных изделий, таких как панели перекрытий (рисунок 2) из автоклавного ячеистого бетона, что свидетельствует о достаточной прочности материала для восприятия эксплуатационных нагрузок перекрытий.

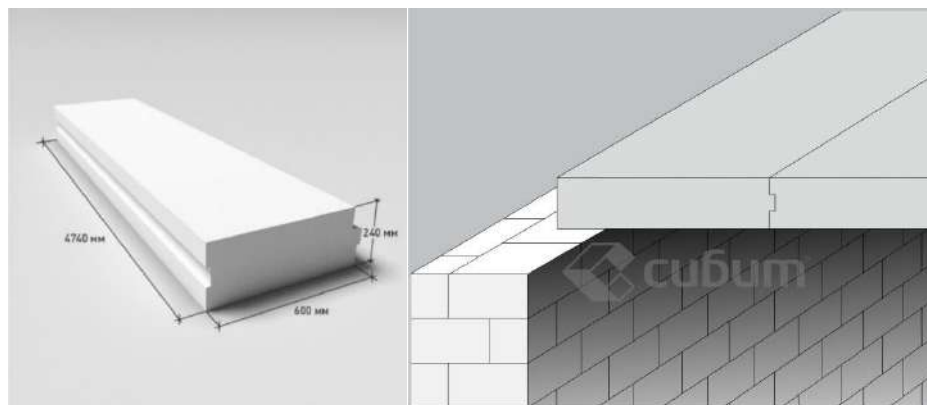


Рисунок 2 – Панели перекрытия

Автоклавный газобетон используется также в виде стеновых панелей заводского изготовления, широко известных как ALC-панели (autoclaved lightweight concrete panels) (рисунок 3). Например, компания **Aeroc International** продвигает AAC/ALC-панели как новый тип конструкционного материала, сочетающего необходимые прочностные характеристики с малым весом и отличной тепло- и огнестойкостью.



Рисунок 3 – ALC-панели

В России и странах СНГ также налажен серийный выпуск стеновых панелей из газобетона – например, компания «ПромЖБИ» реализует панели собственного производства из автоклавного ячеистого бетона (рисунок 4).



Рисунок 4 – Панели из автоклавного ячеистого бетона

Эти примеры подтверждают, что изделия из ячеистого бетона успешно применяются для заполнения стеновых ограждений различного назначения – от частных домов до многоэтажных каркасных зданий.

Рецептура

Состав ячеистого бетона подбирается исходя из требуемых показателей плотности и прочности готового изделия. Основными компонентами служат минеральное вяжущее (портландцемент, часто в сочетании с известью или гипсом) и кремнеземистый наполнитель (кварцевый песок, зола-унос, доменный шлак и др.).

Для образования ячеистой структуры в смесь вводят порообразующее вещество: при изготовлении газобетона – алюминиевую пудру, реагирующую с гидратированной известью и водой с выделением газа, при вспучивании пенобетона – специально приготовленную устойчивую пену.

В типичных автоклавных рецептурах газобетона цементно-известковое вяжущее составляет ~50–70% массы сухих веществ, песок ~20–40%, гипс ~1–3%, алюминиевая пудра порядка 0,05–0,1% [3, с.28]. Воду добавляют в количестве, обеспечивающем удобоукладываемость и протекание газообразующей реакции (вода-твердое отношение около 0,5). Для улучшения

свойств могут применяться химические добавки (пластификаторы, регуляторы времени схватывания) и армирующие волокна.

Принцип подбора состава заключается в достижении заданной марки по средней плотности и прочности: увеличивая долю пор (путем повышения дозировки пудры или пенообразователя), снижают плотность и теплопроводность, но одновременно уменьшают прочность материала. Поэтому рецептура оптимизируется для обеспечения баланса конструкционных и теплоизоляционных свойств. Автоклавная обработка (при $\sim 180^{\circ}\text{C}$ и давлении $\sim 1,2$ МПа) позволяет ускорить твердение и получить однородный мелкопористый материал за счет протекания гидротермальных реакций между известью, цементом и кремнеземистым компонентом. В результате формируется прочная кристаллическая структура (низкий базальтовый гидрат – тоберморит), обеспечивающая необходимую прочность ячеистого бетона уже через 12–15 часов автоклавирования. Для неавтоклавных пенобетонов твердение происходит в естественных условиях и требует более длительного времени набора прочности (28 суток или ускоренное паровое выдерживание). Таким образом, правильный подбор компонентов и режима твердения позволяет получить ячеистый бетон требуемой марки по прочности (обычно В2–В5 для конструкционно-теплоизоляционного применения) и плотности (D400–D700) [3, с.31].

Конструирование стеновых панелей

Стеновые панели из ячеистого бетона применяются, как правило, в каркасно-панельных зданиях в качестве ненесущих ограждающих конструкций, заполняющих проемы каркаса. При конструировании таких панелей необходимо учитывать требования прочности, жесткости и трещиностойкости, а также теплотехнические нормы для наружных стен. Панели рассчитываются на восприятие собственных нагрузок, ветрового давления и сейсмических воздействий (для регионов с сейсмичностью 7 баллов и выше). Материал панелей должен соответствовать действующим стандартам по ячеистому бетону. Согласно ГОСТ 25485 и ГОСТ 31359-2007, конструкционные ячеистые бетоны автоклавного твердения классифицируются по прочности на сжатие от В1,5 до В5 и по средней плотности от D400 до D700 [1, с.12; 2, с.15].

Для наружных стеновых панелей рекомендуется применять бетон не ниже класса В2...В2,5 (что соответствует марке по прочности М50–М75) и плотности не ниже D500, обеспечивающей достаточную несущую способность и долговечность. Объемная усадка автоклавного газобетона не должна превышать 0,5 мм/м, что предотвращает возникновение усадочных трещин в панелях. Конструкции стеновых панелей армируются стальной арматурой (стержнями или сеткой) для восприятия изгибающих нагрузок при транспортировке и эксплуатации. Арматура покрывается защитным слоем бетона, толщина которого регламентируется требованиями коррозионной стойкости (не менее 20–30 мм в зависимости от среды эксплуатации). Размеры

панелей подбираются с учетом удобства монтажа и транспорта: высота обычно равна высоте этажа (например $\sim 2,7\text{--}3,0$ м), толщина панели выбирается исходя из требуемого сопротивления теплопередаче стены (для газобетона D600 толщиной 300 мм стена удовлетворяет современным теплоизоляционным нормам). Длина панели (ширина проема) ограничивается технологическими возможностями изготовления и транспортировки, как правило не превышает 6 м. Панели оснащаются закладными деталями и узлами крепления к каркасу здания (анкерами, монтажными петлями), узлы примыканий герметизируются эластичными материалами для предотвращения продувания и промерзания швов.

Важным аспектом при проектировании является обеспечение пожарной и санитарной безопасности ограждений. Ячеистый бетон относится к группе негорючих материалов (НГ по ГОСТ 30244) и поэтому стеновые панели из него не требуют дополнительных мер огнезащиты.

Материал также характеризуется низкой радиоактивностью: удельная активность естественных радионуклидов не превышает 370 Бк/кг, что соответствует нормативам ГОСТ 30108.

Таким образом, панели из газобетона отвечают требованиям пожарной безопасности и санитарным нормам без ограничений по области применения.

Конструирование стеновых панелей из ячеистого бетона ведется в соответствии с рассмотренными стандартами и с учетом действующих строительных норм для ограждающих конструкций. Соблюдение стандартов на материал (прочность, плотность, морозостойкость не ниже F25 для наружных стен и др.) и грамотное армирование позволяют обеспечить надежность и долговечность стеновых панелей. Применение современных ячеистобетонных панелей в гражданских зданиях повышает энергоэффективность ограждений и ускоряет темпы строительства за счет сокращения «мокрых» процессов на стройплощадке. Таким образом, легкие стеновые панели из автоклавного газобетона представляют собой эффективный конструкционный материал, сочетая теплоизоляционные свойства с достаточной прочностью для использования во внешних стенах каркасных и малоэтажных зданий [3, с.35].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25485–89. Бетоны ячеистые. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 1989.
2. ГОСТ 31360–2007. Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия. – М.: [Издательство], 2007.
3. Рахметуллина С.Ж. и др. Производство газобетонных блоков в сейсмических районах с использованием золошлаковых отходов УК ТЭЦ: Отчет ПЦФ Газобетон ВКТУ окончательный_19.12.2023. – Усть-Каменогорск: ВКТУ им. Д. Серикбаева, 2023.
4. Примеры конструкций из ячеистого бетона. – Информация о заводе «Полистиролбетон», 2023.

УДК 624.012.45:678.067

Исакова Ю.Ю. (24-МСС-2, ВКТУ), Чернавин В.Ю. (к.т.н., ВКТУ)

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. В процессе эксплуатации строительных конструкций могут появляться различного вида дефекты, снижающие несущую способность и эксплуатационную пригодность. К ним относятся трещины, коррозия арматуры, деформации межблочных швов и локальные повреждения, вызванные агрессивными средами или динамическими нагрузками. Существуют различные методы восстановления и усиления железобетонных конструкций, повышающие их надёжность и долговечность. Одним из наиболее эффективных методов является применение композитных материалов, включающих стеклопластики (GFRP) и углепластики (CFRP). Совершенствование этого метода применительно к железобетонным конструкциям, особенно в условиях гидротехнических сооружений, является перспективным направлением исследования, сочетающим инновационные технологии и практическую значимость.

Ключевые слова: композитные материалы, гидротехнические сооружения, железобетонные конструкции, усиление конструкций, углепластики, стеклопластики.

В современном строительстве композитные материалы, такие как углепластики (CFRP), стеклопластики (GFRP), арамидное волокно (AFRP), широко применяются для восстановления и усиления железобетонных конструкций (ЖБК). Их уникальные свойства, включая высокую прочность на растяжение, устойчивость к коррозии, малый вес и долговечность, делают их идеальными для строительства [1, с.64]. Углепластики используются для усиления высоконагруженных конструкций, а стеклопластики — эффективным решением для ремонта конструкций [2, с.5-6].

История развития композитных материалов началась в середине XX века. Американский учёный Роджер Бэкон в конце 1950-х годов провёл эксперименты, которые привели к созданию углеродных волокон. Однако первые попытки были неудачными, так как материал состоял лишь на 20% из углерода и имел низкие показатели прочности [3, с.10]. В 1959 году С. Форд и С. Мичелл разработали метод получения углеродных волокон с использованием термообработки вискозы, что стало важным шагом в развитии композитных материалов. К 1970-м годам углеродные волокна начали активно использоваться в строительстве [4, с.129].

Современные методы усиления ЖБК включают нанесение углепластиковых лент, установку предварительно напряжённых ламелей и обёртывание полимерными сетками, эффективно устраняя дефекты (трещины, коррозия арматуры, локальные повреждения). Например, углеволоконные системы увеличивают прочность балок на изгиб в 1,5–2,5 раза, а использование

стеклопластика эффективно при ремонте усталостных трещин, повышает пластичность и предотвращает коррозию [5, с.5-6].

Мировой опыт экспериментально-теоретических исследований подтверждает влияние композитов на несущую способность и долговечность ЖБК. Эксперименты с обёртыванием колонн CFRP в Японии и США показали рост пластичности на 30–50%, а расчёты по методикам Еврокодов выявили снижение прогибов на 17–31% [6, с.715]. Китайскими учеными исследованы изменения изгибной жесткости железобетонных балок, усиленных композитами [7, с.4]. Композиты в виде арамидного волокна (AFPR) при полном обетовании балок показали удовлетворительное сейсмическое поведение, исключив разрушение при сдвиге [8, с.62].

Особое внимание уделяется применению композитных материалов в гидротехнических сооружениях, где их устойчивость к воде и агрессивным средам становится критической. Усиление углепластиковыми лентами стен шлюзов канала имени Москвы снизило раскрытие трещин на 40%, а в напорных туннелях ГЭС Трабзон (Турция) повысило устойчивость к гидростатическому давлению на 25% [9, с.156-159]. Российскими учеными разработаны методики расчета прочности ЖБК гидротехнических сооружений композитными материалами [10, с.47].

Углепластики (CFRP) играют ключевую роль в строительстве, особенно при восстановлении и усилении железобетонных конструкций. Их прочность на растяжение достигает 3500 МПа (в 8–10 раз выше, чем у стали), а плотность составляет всего 1,5–1,8 г/см³, что делает их идеальными для проектов, требующих снижения массы без потери несущей способности. Например, при усилении причала №9 Новороссийского морского порта углепластиковые ленты повысили прочность и устойчивость к коррозии от морской воды [11, с.203].

Стеклопластики (GFRP) также нашли применение, особенно в задачах, где важны вопросы повышения несущей способности конструкции, экономичность и устойчивость к влаге. Стекловолокно также активно применяется при усилении конструкций, его вес меньше в 5 раз стали, при этом прочность выше в 8-10 раз. Использование GFRP также снижает затраты и время на техническое обслуживание и ремонт благодаря легкости изготовления и установки [12, с.11].

Экспериментальные исследования продемонстрировали впечатляющие результаты для всех типов композитов. Например, усиление железобетонных балок углепластиковыми лентами повысило их несущую способность в 1,5–2,5 раза в зависимости от класса бетона. Для бетона В15 с низким процентом армирования (0,39%) эффект составил 2,06 раза, а для более прочного бетона В25 (0,83% армирования) — 1,5 раза [13, с.17]. Стеклопластики, хотя и уступают в прочности, показали увеличение изгибной способности на 19% при использовании 3D-сеток со смолой, что делает их подходящими для задач с умеренными нагрузками [14, с.98].

Для гидротехнических сооружений ключевым преимуществом углепластиков стала их способность работать в условиях постоянного воздействия воды и агрессивных сред. В напорном туннеле ГЭС Трабзон (Турция) применение углепластиковых лент повысило устойчивость к давлению воды на 25%, а в случае стен камер шлюзов канала имени Москвы — снизило раскрытие трещин на 40% и увеличило несущую способность на 1,8 раза [11 с.11]. Стеклопластики, несмотря на свою устойчивость к влаге, не обеспечивают сопоставимого роста прочности: их применение в аналогичных условиях чаще ограничивается защитой от коррозии, а не структурным усилением [15, с.473–483].

Композиты имеют ряд недостатков, которые важно учитывать: в отличие от стали, демонстрирующей упруго-пластичное поведение, композиты обладают линейной упругостью до разрушения, без значительной текучести или пластической деформации, что снижает их пластичность. Кроме того, их стоимость в пересчёте на вес значительно выше, чем у стали [16, с.54].

В качестве объекта, имеющего дефекты и повреждения, рассматривается Усть-Каменогорский судоходный шлюз, построенный в 1939 году на реке Иртыш. В ходе обследования железобетонных конструкций судоходного шлюза были выявлены дефекты несущих конструкций, требующих ремонта и восстановления несущей способности до проектной прочности. На днище камеры шлюза и в зонах штрабного бетона пазов основных ворот имеется множество дефектов, класс бетона снижен до В10 и ниже (рисунок 1).



Рисунок 1 - Дефекты штрабного бетона основных ворот шлюза

На верховом пороге, межворотном пространстве и стенке падения класс бетона снижен до В7,5–В15, что не соответствует проектному В20. Морозостойкость и водонепроницаемость также ниже требуемых значений, особенно на дефектных участках. В донной галерее наполнения и туннеле водоспуска также выявлены участки с пониженной прочностью и

морозостойкостью. Забральная балка имеет множество трещин и дефектов бетона (рисунок 2) с разрушением защитного слоя бетона с обнажением арматуры, намоканием и струйной течью при наполнении камеры.

В береговом и речном устоях ВГШ, а также в нишах контргрузов и дренажных колодцах наблюдаются аналогичные дефекты, что указывает на широкое распространение проблем с прочностью и долговечностью бетонных конструкций. Эти дефекты требуют проведения восстановительных работ для обеспечения безопасной эксплуатации сооружения.



Рисунок 2 - Дефекты железобетонных конструкций забральной балки

Результаты проводимого в настоящее время исследования позволят сформировать научно обоснованные рекомендации по повышению долговечности и надёжности конструкций Усть-Каменогорского шлюза, а также оценить эффективность применения композитных материалов для усиления и восстановления железобетонных элементов гидротехнических сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузина А. А. Композиционные материалы: учебное пособие. — Самара: Издательство Самарского университета - 2023. — 64 с.
2. Guillermo A. Riveros, Hussam Mahmoud. Underwater Carbon Fiber-Reinforced Polymer (CFRP)-Retrofitted Steel Hydraulic Structures (SHS) Fatigue Cracks. // ERDC/CHL CHETN-IX-63 – 2023.
3. Р. Бэкон, Дж. Э. Кранч, Р. О. Мойер-младший и У. Х. Уоттс. Процесс производства углеродного текстильного материала. // Патент США - № 3-305 315 - 1967.

4. Колобков А.С. Развитие технологий получения углеродных волокон (обзор) //Труды ВИАМ. 2022.№ 8 (114). Ст.10. URL: <http://www.viam-works.ru>. DOI: 10.18577/2307-6046-2022-0-8-123-131.
5. Guillermo A. Riveros, Hussam Mahmoud. Underwater Carbon Fiber-Reinforced Polymer (CFRP)-Retrofitted Steel Hydraulic Structures (SHS) Fatigue Cracks. // ERDC/CHL CHETN-IX-63 – 2023.
6. Ruili He, L. H. Sneed, Abdeldjelil Belarbi, Torsional Repair of Severely Damaged Column Using Carbon Fiber-Reinforced Polymer//ArticleinACI Structural Journal-2014.
7. Yi Yang, Peiyan Huang, Pengzhi Niu. Flexural Rigidity Evolvment RC Beams Strengthened with Carbon Fiber Laminate under Cyclic Bending Loads. ATEM'07, JSME-MMD – Sep.12-14-2007.
8. Wael A.Zatar , Hiroshi Mutsuyoshi, R/C Frame Structures with Beams Wrapped by Aramid Fiber Reinforced Polymer Sheets – 2003 – No.1- 49-63.
9. Фролов К.Е. Научное обоснование усиления железобетонных конструкций эксплуатируемых гидротехнических сооружений на основе применения композиционных материалов. : дис. канд. тех. наук : 05.23.07 :/ Рубин Олег Дмитриевич. – М., 2020. – 191 с. – Библиогр
10. О.Д. Рубин, С.Е. Лисичкин, К.Е. Фролов. Методика расчета прочности железобетонных конструкций гидротехнических сооружений, усиленных внешним армированием на основе углеродных материалов // Вестник РУДН. Серия:Инженерные исследования. - 2017-18-1-20-28.
11. О.Д. Рубин, С.Е. Лисичкин, К.Е.Фролов, экспериментальные исследования железобетонных конструкций гидротехнических сооружений с блочными швами, усиленных системой внешнего армирования// 2018. 14 (3)-198–204.
12. М. Хасан. Использование стекловолокна в качестве современного метода укрепления железобетонных колонн // “Young Scientist” — no.10 (248) . -2019-v.
13. Mahdi Vahidpour, Ali Kheyroddin, Mahdi Kiomarsi. Experimental Investigation on Flexural Capacity of Reinforced Concrete Beams Strengthened with 3D-Fiberglass, CFRP and GFRP. // International Journal of Concrete Structures and Materials - 2022.
14. Г.Э. Окольников, К.П. Куликова, М. И. Бочукова , Е. О. Краюшкина, Актуальность применения внешнего армирования с использованием композитных материалов//Системные технологии- 2 (№47) -2023- 9.
15. Рубин О.Д., Лисичкин С.Е., Николаев В.Б., Башкиров Д.С.Особенности напряженно-деформированного состояния стен камер шлюзов // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 4. С. 473–483.
16. О.Д. Рубин, С.Е. Лисичкин, К.Е.Фролов, результаты экспериментальных исследований железобетонных конструкций гидротехнических сооружений, усиленных углеродными лентами, при действии изгибающего момента//Строительная механика инженерных конструкций и сооружений – 2016 - № 6.

УДК 69.05

Исинова А.Е. (24-МСС-1, ВКТУ), Тулебекова А.С. (ассоциированный профессор, ВКТУ)

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

***Аннотация.** В статье представлен обзор применения цифровых технологий в управлении строительными процессами, с акцентом на их использование для мониторинга рабочих и оборудования, повышения уровня безопасности и оптимизации строительных операций. Особое внимание уделено интеграции технологий Интернета вещей (IoT) с автоматизированными системами анализа данных. Проведен анализ лучших мировых практик внедрения интеллектуальных технологий в строительную сферу, а также рассмотрены перспективные направления их дальнейшего развития. Внедрение цифровых решений способствует формированию интеллектуальных строительных площадок, обеспечивающих высокую точность выполнения задач и адаптивность к изменяющимся условиям эксплуатации.*

***Ключевые слова:** управление строительными процессами; интернет вещей (IoT); Bluetooth; BIM; цифровизация; автоматизация; мониторинг.*

Введение

Современные технологии играют ключевую роль в развитии строительной отрасли, способствуя повышению эффективности управления процессами, улучшению безопасности на рабочих площадках и сокращению издержек. Внедрение Интернета вещей (IoT) и технологий беспроводной связи, таких как Bluetooth, открывает новые возможности для автоматизации, мониторинга и контроля строительных объектов в режиме реального времени [1].

В условиях стремительной цифровизации умные технологии становятся неотъемлемой частью управления строительными проектами. Применение беспроводных сенсоров, автоматизированных систем анализа данных и цифровых двойников способствует более точному прогнозированию возможных рисков, минимизации простоев и повышению продуктивности строительства[2].

Актуальность данного направления обусловлена необходимостью создания безопасной, устойчивой и технологически продвинутой строительной среды. Дополнительно, использование облачных платформ позволяет оперативно обмениваться данными и улучшает взаимодействие участников проекта. Искусственный интеллект помогает анализировать информацию и предлагать оптимальные решения. Роботизированные системы снижают влияние человеческого фактора и ускоряют строительство.

Материалы и методы

Анализ современных исследований, посвященных внедрению цифровых технологий в строительство и управление городскими системами, показывает значительный прогресс в данной области.

Так, ученые Zeliang Liu, Ying Wang и др. [3] рассматривают вопросы перспективы применения технологий Интернета вещей (IoT) в развитии умных городов на примере Цзюцзяна. Они подчеркивают важность цифровизации как ключевого этапа урбанистической эволюции, способствующего повышению эффективности управления городскими ресурсами и обеспечению устойчивого развития. В работе представлены анализ существующих проектов и рекомендации по интеграции технологических решений в муниципальные службы.

Исследования [4], проведенные группой специалистов акцентируют внимание на безопасности труда в строительной отрасли. В своем анализе ученые предложили систему контроля использования средств индивидуальной защиты на основе BLE (Bluetooth Low Energy). Данный метод позволяет минимизировать риски за счет автоматического отключения электроинструментов при нарушении безопасной дистанции. Эксперименты подтвердили эффективность предложенной системы, а исследователи подчеркивают необходимость дальнейшей оптимизации алгоритмов.

Не менее важным направлением является защита пешеходов на строительных и горнодобывающих объектах. В исследовании [5] описана разработка системы предупреждения (PWS), использующей умные очки и Bluetooth-маяки. Система успешно определяет приближение тяжелой техники и минимизирует аварийные ситуации. Авторы отмечают, что использование умных очков снижает нагрузку на рабочих, улучшая эргономику труда.

Вопрос оптимального развертывания Bluetooth-систем на строительных площадках рассмотрен в работе специалистов [6]. Проведенные эксперименты, схематично представленные на Рисунке 1, продемонстрировали влияние расположения Bluetooth-устройств и мощности передачи сигналов на точность мониторинга персонала. Ученые рекомендуют дальнейшие изучения, направленные на адаптацию технологий к различным строительным условиям.

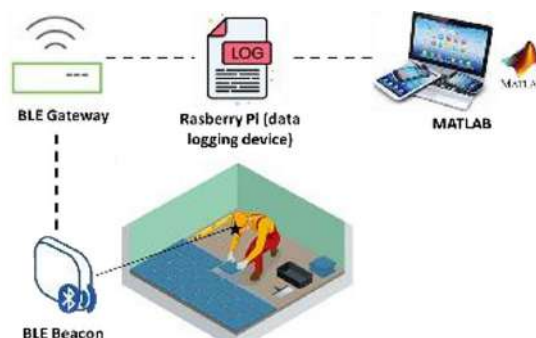


Рисунок 1 - Архитектура системы BLE [6]

Мониторинг строительных процессов с использованием IoT позволяет в реальном времени отслеживать ключевые параметры на всех этапах строительства модульных зданий. Так, группа исследователей Yisong Yuan, Sudong Ye и др. показали в своей работе [7] как IoT-технологии могут обеспечивать непрерывный сбор данных о состоянии конструктивных элементов, сроках выполнения работ и доступности ресурсов. Внедрение IoT помогает оперативно выявлять отклонения, автоматически анализировать их и корректировать график работ. Датчики фиксируют аномалии, снижая риски сбоев и повышая качество, безопасность и эффективность строительства.

Еще одно исследование [8] посвящено анализу влияния IoT на управление ресурсами. Авторы, применяя структурное моделирование уравнений (SEM), выявили, что IoT способствует повышению контроля за использованием оборудования, материалов и рабочей силы. Они подчеркивают важность аналитики данных и масштабируемости технологий для их успешного внедрения. Интересное решение представлено в исследовании экспертов [6], где рассматривается использование автономных мобильных роботов (AMR) для автоматизированной разметки строительных площадок. Комбинация BIM, IoT и робототехники демонстрирует потенциал цифровизации строительных процессов, позволяя достичь высокой точности разметки и минимизировать влияние человеческого фактора.

Вопросы интеллектуального управления строительством были рассмотрены в работе [10], в которой была предложена система ICSPB-IoT, объединяющую технологии RFID (Radio Frequency Identification), GPS и BIM, что позволяет улучшить координацию работ и сократить потери в процессе строительства. Аспекты развития умных городов с применением инноваций рассмотрены в исследовании [11], где авторами был проведен анализ ключевых вызовов урбанизации, подчеркивая важность IoT и обработки данных в повышении эффективности управления городской инфраструктурой. Работа исследователей Hongjie Liu, Shuyuan Li, Haizhen Wen рассматривает влияние умных строительных технологий на безопасность. Использование методов SEM позволило выявить значимость таких факторов, как интеграция, автоматизация и инициативность, в повышении уровня контроля на стройплощадках [12].

Выводы

Анализ лучших мировых практик показал, что внедрение цифровых технологий в строительную отрасль открывает новые возможности для повышения эффективности управления проектами, организации строительных процессов и использования ресурсов. Однако необходимо отметить, что процесс цифровизации сопровождается определёнными рисками и барьерами, которые могут замедлить или усложнить переход к новым технологиям. В таблице 1 представлены основные преимущества и потенциальные риски внедрения ключевых цифровых технологий.

Таблица 1- Особенности внедрения инновационных технологий

Вид технологии	Преимущества	Особенности
BIM-технологии (Building Information Modeling)	- Снижение затрат и ошибок на этапе проектирования; - Улучшенная координация между участниками проекта; - Возможность моделирования жизненного цикла здания	- Высокие затраты на внедрение и обучение персонала; - Сложность интеграции с традиционными системами
Цифровые двойники	- Возможность тестирования решений без реальных затрат; - Оптимизация эксплуатации зданий и сооружений; - Улучшенное прогнозирование и анализ данных	- Требуются высокие вычислительные мощности; - Сложность обработки и хранения больших объемов данных
Искусственный интеллект и машинное обучение	- Автоматизация процессов и снижение человеческих ошибок; - Оптимизация строительных затрат; - Улучшенное прогнозирование аварий и поломок	- Ограниченный объем качественных данных для обучения моделей;
Интернет вещей (IoT) и умные строительные площадки	- Улучшенный контроль за строительными процессами; - Снижение аварийности и повышение безопасности; - Автоматизированный мониторинг ресурсов и материалов	- Уязвимость перед кибератаками; - Проблемы с совместимостью устройств и протоколов

Анализ особенностей технологий, представленных в таблице, позволяет детально оценить ключевые аспекты, требующие особого внимания для успешного внедрения инновационных решений в строительной отрасли.

Заключение

Ключевыми аспектами при выборе и применении цифровых технологий в строительстве можно выделить:

1) Надёжность и стабильность работы: устойчивость к помехам и внешним воздействиям, при использовании Wi-Fi и Bluetooth в сложных строительных условиях; способность работать в экстремальных температурах, и других неблагоприятных средах; минимальные задержки при передаче данных.

2) Масштабируемость и адаптивность: возможность наращивания сети устройств и датчиков IoT без потери производительности; поддержка различных протоколов связи (Wi-Fi, Bluetooth, LoRaWAN, Zigbee) в зависимости от условий эксплуатации; гибкость в настройке параметров в зависимости от задач строительства.

3) Простота развертывания и эксплуатации: удобство установки IoT-устройств и датчиков на строительных объектах; автоматическая конфигурация

и удалённое управление через облачные платформы; обучение персонала для эффективного использования IoT, машинного обучения и беспроводных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров В.Б. Цифровизация в строительстве: внедрение и перспективы. — СПб.: Строительная академия, — 2021.
2. Smart Construction: IoT and Automation / Johnson M., Smith L. Smart Construction: IoT and Automation // New York: Springer. — 2019.
3. Study on smart city construction of Jiujiang based on IOT technology / Z. Liu, Y. Wang, Q. Xu, T. Yan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2017. — Т. 69. — С. 012105. DOI: 10.1088/1755-1315/69/1/012105
4. A Safety System based on Bluetooth Low Energy (BLE) to prevent the misuse of Personal Protection Equipment (PPE) in construction / Jesús M. Gómez-de-Gabriel, J. Fernández-Madrigal, M. del C. Rey-Merchán, A. López-Arquillos // Safety Science. — 2023. — Т. 158. — P. 105995.
5. Smart Glasses-Based Personnel Proximity Warning System for Improving Pedestrian Safety in Construction and Mining Sites / J. Baek, Y. Choi // International Journal of Environmental Research and Public Health. — 2020. — Vol. 17, No. 4. — P. 1422. DOI: 10.3390/ijerph17041422
6. Optimal Bluetooth Low Energy (BLE) system deployment strategy prior to system application on the construction site / L. Yian, F. Ahmad, M. Adib Sarijari // Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering). — 2023. — Т. 85:6. — С. 161-168. DOI: 10.11113/jurnalteknologi.v85.20140
7. Process Monitoring with Support of IoT in Prefabricated Building Construction / Y. Yuan, S. Ye, L. Lin // Sensors and Materials. — 2021. — Vol. 33, No. 4. — P. 1167. DOI: 10.18494/SAM.2021.3003
8. Influence of IoT implementation on Resource management in construction / F. Althoey, A. Waqar, S. Hamed Alsulamy, A.M. Khan, A. Alshehri, I. Idris Falqi, M. Abuhussain, M. Awad Abuhussain // Heliyon. — 2024. — Vol. 10, No. 15. — P. e32193. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e32193
9. Integrating BIM-IoT and autonomous mobile robots for construction site layout printing / F. Iqbal, S. Ahmed, F. Amin, S. Qayyum, F. Ullah // Buildings. — 2024. — Т. 12. — С. 2212. DOI: 10.3390/buildings13092212
10. IoT-based intelligent construction system for prefabricated buildings: Study of operating mechanism and implementation in China / X. Wang, S. Wang, X. Song, Y. Han // Applied Sciences. — 2020. — Vol. 10, No. 18. — P. 6311. DOI: [10.3390/app10186311](https://doi.org/10.3390/app10186311)
11. New smart city construction driven by innovation / X. Zhang // ICEPMS. — 2018. — p. 250107. DOI: 10.25236/icepms.2018.108
12. Effect of Smart Construction Technology Characteristics on the Safety Performance of Construction Projects: An Empirical Analysis Based on Structural Equation Modeling / H. Liu, S. Li, H. Wen // Buildings. — 2024. — Vol. 14, No. 7. — P. 1894. DOI: 10.3390/buildings14071894

УДК 72 (574.2)

Каирбекова Р.Р. (20-AP-1, ВКТУ), Буханцева А.Е. (преподаватель, ВКТУ)

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЖИЛОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЫ

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются современные тенденции формирования жилой студенческой среды, основные требования и критерии проектирования. Основываясь на анализе профессиональной литературы, были выявлены архитектурные принципы проектирования общежитий с учетом инклюзивных групп студентов. Результаты исследования позволили определить значимость и актуальность данной темы в современных реалиях проектирования.*

***Ключевые слова:** общежитие, инклюзивность, студенческая среда, комфорт.*

Общежития - это часть студенческой жизни, где молодые люди проводят несколько лет своей жизни, обучаясь, создавая новые связи и приобретая уникальный опыт. В настоящий период принципы формирования студенческих общежитий претерпели значительные изменения. На первый план вышли требования к комфортным условиям проживания, к организации удобных пространств для учебы и отдыха. В данном исследовании рассматриваются изменения в основных аспектах проектирования современных общежитий.

Проектирование студенческих общежитий остается актуальной и важной областью творческих архитектурных задач. С каждым годом увеличивается число студентов, поступающих в высшие учебные заведения, особенно в крупных городах. Многие студенты не могут позволить себе снять квартиру или арендовать жилье, в результате общежитие становятся более доступными местом проживания. Для большинства студентов - общежитие, это не только возможность сэкономить средства, но и шанс получить необходимые условия для учебы и жизни, попасть в соответствующую социальную среду и найти себе друзей и единомышленников. Проживание в общежитии способствует обеспечению доступа к различным возможностям в образовании, особенно для студентов из регионов или из других стран. [2]

Современными требования студентов к проживанию довольно высоки, но и достаточно обоснованы. В настоящий момент времени общежитие должно обеспечивать не только базовые стандарты оборудования (кровать, стол, санузел), но и комфортные пространства для учебы, отдыха и общения. Одним из требований является высокоскоростной интернет, поскольку он позволяет эффективно заниматься учебой, работать над проектами и не ограничиваться только стандартными библиотеками.

Еще одно требование - грамотное зонирование и выделение общественных пространств и зон проживания, рабочих зон, зон коммуникаций и отдыха. Пространства для отдыха и общения студентов в общежитии обеспечивают не только комфортное времяпрепровождение, но и создание атмосферы социальной адаптации и дружбы среди студентов. Эти зоны играют ключевую роль в психологическом комфорте, способствуют расслаблению,

позволяют обсудить любые технические моменты или просто провести время с друзьями. Безопасность в общежитии- это важный аспект, который влияет на качество жизни студентов и психологический климат. Поскольку общежитие является средой проживания студентов вдали от дома, обеспечение безопасности становится первостепенной задачей для университетов, администраций общежитий и отдельных студентов. Важно соблюдать как физическую безопасность, так и психологический комфорт проживающих. [1]

Общежития играют ключевую роль в социальной адаптации студентов, особенно тех, кто приезжает из других регионов или стран. Они становятся местом, где студенты могут обмениваться опытом, знакомиться с другими культурами и учиться жить в многонациональной среде. Важно, чтобы общежития поддерживали инклюзивную атмосферу, способствующую равенству и уважению всех студентов. Современные общежития должны учитывать экологические факторы, вопросы энергоэффективности, переработки отходов и создания здоровой среды для проживания студентов. [3] Планировка современных общежитий должна быть многофункциональной, адаптированной к различным потребностям студентов. В современных общежитиях могут быть как одноместные, так и многоместные комнаты (например, на 2-3 человека). Многоместные комнаты обычно разделяются на зоны личной приватности, чтобы обеспечить комфорт для всех жильцов. Важно, чтобы комнаты имели хорошее освещение, отопление, доступ к интернету и другие удобства. В некоторых случаях предусмотрены индивидуальные санузлы, кондиционеры или системы вентиляции. В общежитиях часто предусматриваются кухни на несколько комнат или этажей. Иногда есть общие столовые, что позволяет студентам не только готовить, но и коммуницировать. Актуальным является оснащение пространства современной техникой, а также местами для хранения продуктов. Хорошая звукоизоляция помогает создать комфортные условия для жизни, поскольку студенты нуждаются в тишине для занятий и отдыха. Общежития могут оснащаться открытыми террасами, зонами для барбекю, зелеными зонами с соответствующей предметной средой. [4]

Учет инклюзивных особенностей людей в настоящее время фактор обязательный в любой архитектурной среде. В зарубежных странах в отличие от стран СНГ, создается все необходимое для маломобильных групп населения. На постсоветском пространстве, как правило делаются только пандусы и часто неправильно. В отношении общежитий трудно говорить об удобстве и комфорте для МГН. Тем не менее, пандусы, подъемники, лифты для инвалидов колясочников, поручни, специализированные плитки и указатели для слабовидящих необходимо применять. Кроме того, следует исключить перепады высот в различных пространствах и разделять помещения по цветовым колоритом.

Для решения вопросов комфортного проживания студентов в общежитии необходимо разработать выразительное объемно-пространственное решение сооружения и интересный архитектурный образ. Архитектурный образ

общежития — это визуальная и эстетическая концепция здания, которая отражает его функциональные особенности и взаимодействие с окружающим пространством. Архитектурный образ играет ключевую роль в создании благоприятной среды для студентов, а также определяет восприятие общежития как части образовательного комплекса и городской среды.

Визуальная характеристика заявленного объекта должна быть привлекательной с точки зрения архитектурной композиции и соответствовать нормам комфортности и удобства для проживания студентов. Примером может быть применение простых, но выразительных элементов, кубических или прямоугольных объемов, которые могут быть трансформированы в различные функциональные блоки (комнаты, кухни, санузлы, общие зоны). Важно предусмотреть архитектурные элементы, обеспечивающие уют и безопасность: лоджии, террасы, зеленые зоны. Архитектура общежитий может быть представлена различными стилями, соответствующими характеру университетского комплекса и городской среды, в которой находится здание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Научное издание. Общежития для молодежи / ЦНИИЭП жилища. М.: Стройиздат, 1990.
2. Верещагина Э.И. Основная проблема и тенденции формирования студенческих общежитий [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnaya-problematika-i-tendentsii-formirovaniya-studencheskih-obschezhitij>
3. Кропотова, О.В. Современные тенденции формирования архитектурной жилой студенческой среды [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz14_pril/47/template_articlear=K41-60-k63.htm
4. Боровкова, А. А. Основная проблематика и тенденции формирования студенческого жилья. Объемно-планировочное решение студенческих общежитий Полоцкого государственного университета / А.А. Боровкова // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. F, Строительство. Прикладные науки. - 2016.
5. Боровкова А.А. Оптимальная жилая среда общежитий для студентов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimalnaya-zhilaya-sreda-obschezhitij-dlya-studentov>
6. Андреев, А.Е. «Организация жизни и быта в студенческих общежитиях». — М.: Высшая школа, 2008.

УДК 622.7.002

Калиш Я. (21-ВР-1, ВКТУ), Нуременова Р. (ВКТУ)

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ХВОСТОХРАНИЛИЩ

***Аннотация.** Объемы отходов, образующихся ежегодно при добыче и обогащении полезных ископаемых, исчисляются миллиардами тонн. Основная масса отходов горных предприятий складываются в специальные гидротехнические сооружения – хвостохранилища, которые занимают огромные площади, нарушают природный ландшафт, загрязняют воздушный бассейн, поверхностные и подземные воды. К хвостохранилищам очень подходит выражение «неизбежное зло». Обойтись без них в горнодобывающей отрасли невозможно, однако ущерб природе они наносят серьёзный. А если безответственно подходить к их организации и эксплуатации — и вовсе катастрофический.*

***Ключевые слова:** хвостохранилище, дамба, фильтрация, геомембраны, технотубы.*

Хвостохранилище - это целый комплекс сооружений, который строят по принципу дамб на водохранилищах, только возводят не на реках, а в балках и на береговых откосах небольших ручьёв.

Аварии на хвостохранилищах в большинстве своём однотипны. Происходит прорыв дамбы, в результате которого отходы «выливаются» в окружающую среду. Чаще всего такие катастрофы носят техногенный характер, а вот природные явления вызывают их крайне редко — например, к прорыву дамбы может привести землетрясение, а также резкое повышение уровня подземных вод из-за обильного таяния снега или сильных осадков. Авария на хвостохранилищах и других накопителях несёт колоссальную опасность, угрозу для окружающей среды представляет уже само их существование.

Новые хвостохранилища в Казахстане продолжают возводить на большинстве обогатительных предприятий по старой схеме. Огромные открытые разливы хвостохранилищ, ограничиваемые только дамбами, представляют риск разрушения, фильтрационных потерь и пыления.

На самом деле предотвратить аварию несложно. Достаточно всего лишь грамотно спроектировать хвостохранилище, дамбы и прочие узлы, с учётом всех рисков, а впоследствии осуществлять регулярный мониторинг технического состояния дамб, не допускать превышения критического уровня заполнения хвостохранилища путём наращивания гребня дамбы в тех случаях, когда это возможно с технической точки зрения.

Выбор технического решения, особенно проектов реконструкции, происходит как компромисс между ограниченным бюджетом и надёжными технологиями. Поиск разумной достаточности стоимости проекта, баланса надёжности системы без учёта стоимости системы аварийных рисков в итоге приводит к авариям, простоям, тяжёлым экономическим и

экологическим последствиям. Конечно, сложно оценить экономически «стоимость аварийности» при принятии инвестиционного решения в силу изначальной неопределённости этих факторов.

Если должным образом спроектировать и возвести хвостохранилище, основываясь на «правильной» технологии с применением современного оборудования, возможность аварий можно если не исключить, то свести к минимуму. Самое распространённое решение — противofильтрационные экраны из полиэтиленовой плёнки. Их размещают в основании и в теле ограждающих дамб, чтобы не допустить просачивания загрязнённой отходами воды в грунт. Это приспособление не только защищает окружающие территории от загрязнения, но и помогает возвращать осветлённые воды в систему оборотного водоснабжения.

Противofильтрационный экран условно разделён на противofильтрационный элемент на внутреннем откосе ограждающей дамбы с понуром и ложем. Противofильтрационный экран ограждающей дамбы выполняется при наращивании каждой очереди (соответствующего этапа), противofильтрационный экран ложа хвостохранилища полностью выполняется при строительстве 1-й очереди хвостохранилища, создавая единую противofильтрационную и надёжную конструкцию. Основываясь на экологических требованиях, связанных с утилизацией хвостов, хвостохранилища должны быть гидроизолированы с помощью геомембраны.

В качестве противofильтрационного экрана хвостохранилища может быть принят искусственный (геосинтетический) материал в ложе и на внутренних откосах — полимерная геомембрана. Противofильтрационный элемент выполняется из геомембраны (полиэтилена высокой плотности), имеющую гладкую поверхность HDPE толщиной 1,5 мм.

В качестве геомембраны предлагается использовать геомембрану Atarfil HD или аналог, отвечающий международным техническим условиям и требованиям. Производитель Atarfil отвечает международным стандартам производства, испытаний и качества геосинтетических материалов.

Работы по строительству противofильтрационных экранов с применением полимерной геомембраны выполняются в строгом соответствии с требованиями СН 551-82* «Инструкция по проектированию и строительству противofильтрационных устройств из полиэтиленовой плёнки для искусственных водоёмов», а также международными инструкциям по укладке геомембраны, основанных на рекомендациях IAGI (Международной ассоциация монтажников геосинтетики) и руководства производителя:

- укладку геомембраны следует выполнять на тщательно подготовленную, спланированную поверхность без острых предметов и строительного мусора;
- запрещено движение транспортных средств по поверхности уложенной геомембраны;
- запрещено ходить в обуви, которая может проколоть, поцарапать или нанести другие повреждения материалу;

- монтажные работы не должны осуществляться если влажность не позволяет произвести соответствующую подготовку основания, размещение полотнищ и их сварку;

- не допускается натяжение или провисание геомембраны над основанием;

- следует убрать все складки на поверхности геомембраны, которые были вызваны её перемещением или температурным воздействием;

- поверхность геомембраны должна быть однородной, без пор, гладкой и водонепроницаемой.

Во избежание повреждения противофильтрационного элемента (геомембраны) крупнообломочным грунтом тела подходной дамбы, предусматривается защитный слой из геотекстиля над суглинком. Геотекстиль функционально выполняет защитную и разделяющую функцию. В качестве защитного геотекстиля принят полипропиленовый нетканый геотекстиль иглопробивной из штапельных волокон плотностью 800 гр/м².

В качестве защитного геотекстиля предлагается использовать геотекстиль Atarfil GTX NWH 800 или аналог, отвечающий международным техническим условиям и требованиям. Полипропиленовый нетканый геотекстиль обладает повышенной химической стойкостью (устойчивостью к агрессивным средам) и ультрафиолетовому излучению. Благодаря высокому относительному удлинению, геотекстиль устойчив к высоким нагрузкам на продавливание и пробив. Геотекстиль, как и геомембрана рулонный материал. Полотна геотекстиля укладываются параллельно с нахлестом не менее 0,3 м и могут быть сварены.

Площадь хвостохранилищ может увеличиваться по мере продолжительности жизненного цикла рудника, что влечет за собой связанные с этим экологические риски и последствия. Строительство и подготовка хвостохранилищ является дорогостоящим мероприятием и требует серьезных временных затрат. Технология обезвоживания технотубами SoilTain® (рисунок 1) в сочетании с традиционными техническими решениями для армирования позволяет уменьшить площади хвостохранилищ, что приводит к снижению необходимых инвестиций [1]. Строительство насыпи и дамбы с применением технотуб SoilTain для обезвоживания позволяют постепенно наращивать высоту отвалов и, как следствие, объем хвостохранилищ, что является положительным аспектом для рационального экологического и экономического использования природных ресурсов при проведении горных работ. Преимущества данной технологии:

- уменьшение площади хвостохранилищ;
- устойчивая конструкция насыпи на гидроизолируемой геомембране;
- постепенное увеличение насыпи для обеспечения безопасности процесса;
- использование хвостов/пустых пород для возведения насыпей;

- улучшение механических характеристик хвостов благодаря помещению их в защитные оболочки и, как следствие, удержанию грунта;
- снижение выбросов углекислого газа.



Рисунок 1 – Применение технотубов

Когда терриконы достигают предела своего потенциала, традиционным решением является строительство нового хвостохранилища, что приводит к увеличению новых экологических рисков, инвестиций и необходимости в использовании новых площадей. Рекомендуемые решения для хранения отходов обеспечивают более рациональное использование площадей за счет увеличения вертикальной емкости существующих хвостохранилищ благодаря применению вертикальных технотуб SoilTain® (рисунок 2, 3), армирующих георешеток семейства Fortrac® и глиноматов Tektoseal® Cla.



Рисунок 2 – Вертикальные технотубы

Чтобы предотвратить загрязнения окружающей среды отходами обогащения и защитить прилегающую инфраструктуру на долгий срок, необходима эффективная изоляция продуктов переработки минерального сырья. Изоляция отходов обогащения необходима и на период после закрытия ГОКа, когда контроль за состоянием инженерных сооружений может ослабнуть.



Рисунок 3 – Внешний вид ограждающей дамбы, выполненной из вертикальных технотуб

Габионные технологии и армогрунтовые [2] системы позволяют с успехом решить эту проблему. Основное отличие этих технологий от традиционных железо-бетонных заключается в укреплении удерживающих грунтовых массивов высокопрочными геоматериалами.

Для строительства защитных дамб хвостохранилищ существует эффективное решение, которое основано на технологии армирования грунтовой насыпи с помощью «Системы Террамеш». Этот вариант укрепления представляет собой модульную систему армирования грунта, используемую взамен традиционных гравитационных подпорных стен. Модули системы располагаются слоями, причём в лицевой части устраивается габионный блок, а грунт обратной засыпки послойно армируется. Для заполнения лицевого габионного блока и устройства обратной засыпки зачастую возможно применить местные материалы.

Для возведения дамб значительной высоты используется дополнительное армирование насыпи высокопрочными георешётками «Паралинк» и «Парагрид». Эти материалы способны в разы увеличить несущую способность насыпи, благодаря их высоким прочностным характеристикам — до 1 350 кН/м. Армированная таким образом насыпь выдерживает тяжёлую технику вплоть до карьерных самосвалов под нагрузкой, проезжающих по гребню дамбы.

Армогрунтовая «Система Террамеш» является достаточно гибкой, так как габионные блоки лицевой части способны эффективно перераспределять напряжения внутри конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://www.huesker.ru/geosinteticheskie-materialy/napravleniya-deyatelnosti/gornoe-delo/likvidacija-otkhodov/khvastokhranilishcha/>
2. <https://dprom.online/unsolution/bezopasnost-hvostov/>

УДК 628.971.8

Калимов С.С., Нұржанұлы А. (22-ДСК-1, ВКТУ), Саменова А.Ж.
(преподаватель, ВКТУ)

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

***Аннотация.** Непрерывное развитие искусственного интеллекта оказывает значительное влияние на различные сферы экономики, социальную структуру общества и политические процессы. В данной статье рассматриваются тенденции развития технологий искусственного интеллекта и их перспективы в будущем. Анализируются трансформация рынка труда, применение интеллектуальных систем в образовании и здравоохранении, а также проблемы преодоления цифрового разрыва. Кроме того, исследуется роль искусственного интеллекта в развитии бизнеса и инноваций, его новые возможности и риски для предприятий. С политической точки зрения рассматривается место искусственного интеллекта в технологической политике государств, вопросы его регулирования и влияние на международную конкуренцию. В статье делаются выводы о необходимости ответственного развития и использования искусственного интеллекта с учетом его влияния на общество.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, строительство, архитектура, цифровые технологии, автоматизация, инновации, рынок труда, урбанистика.*

Искусственный интеллект (ИИ) в сфере строительства и архитектуры активно развивается, трансформируя традиционные подходы к проектированию, строительным процессам и управлению объектами. Современные технологии, основанные на машинном обучении, нейросетях и анализе больших данных, позволяют автоматизировать сложные задачи, минимизировать ошибки на всех этапах реализации проектов и значительно повышать точность расчетов. Это способствует оптимизации использования ресурсов, снижению строительных рисков и ускорению темпов возведения объектов.

Благодаря внедрению ИИ строительные компании могут прогнозировать возможные проблемы еще на этапе проектирования, заранее выявляя потенциальные слабые места конструкции, а также корректируя проектные решения для достижения максимальной эффективности. Это особенно актуально при создании сложных архитектурных форм, возведении высотных зданий или строительстве в условиях нестабильного грунта и сложных климатических условий.

Современные интеллектуальные алгоритмы анализируют колоссальные объемы информации, включая исторические данные о строительных объектах, материалы геологоразведки, климатические условия, параметры окружающей застройки и даже поведенческие модели будущих пользователей зданий. Такой подход позволяет разрабатывать не просто функциональные, но и максимально комфортные, безопасные и энергоэффективные архитектурные решения.

ИИ также активно применяется в процессе логистики и управления ресурсами на стройплощадке. Системы машинного зрения, оснащенные датчиками и дронами, отслеживают ход строительства в режиме реального времени, выявляя отклонения от проектных норм и помогая менеджерам оперативно вносить необходимые корректировки. Это способствует снижению затрат, уменьшению строительных отходов и повышению общей продуктивности процесса.

Таким образом, использование искусственного интеллекта в строительной отрасли не только повышает скорость и качество выполнения работ, но и способствует кардинальному изменению подходов к проектированию, возведению и эксплуатации зданий. Развитие этих технологий открывает перед человечеством новые перспективы в создании устойчивой, безопасной и умной городской среды будущего.

ИИ широко применяется в архитектурном проектировании. Алгоритмы машинного обучения анализируют большие объемы данных и предлагают оптимальные решения для создания энергоэффективных и эргономичных зданий. Генеративный дизайн, основанный на ИИ, позволяет разрабатывать уникальные архитектурные формы, учитывая параметры безопасности, экологичности и функциональности.

В строительстве ИИ помогает оптимизировать логистику и управление ресурсами. Программы прогнозируют потребность в материалах, снижая избыточные затраты и минимизируя отходы. Роботизированные системы на основе ИИ используются для автоматизированного возведения конструкций, что ускоряет процесс строительства и снижает влияние человеческого фактора.

Контроль качества строительства также улучшается благодаря ИИ. Дроны и сенсорные технологии анализируют строительные площадки в режиме реального времени, выявляя возможные дефекты и несоответствия проектной документации. Это позволяет оперативно реагировать на ошибки и предотвращать серьезные нарушения.

ИИ играет важную роль в управлении зданиями. Умные системы анализируют данные о потреблении энергии, оптимизируя работу освещения, отопления и вентиляции. Это снижает эксплуатационные расходы и делает здания более экологичными.

В городском планировании ИИ помогает моделировать развитие городов, учитывая транспортные потоки, плотность застройки и экологические факторы. Анализ данных позволяет предсказывать потребности населения и разрабатывать стратегически важные инфраструктурные проекты.

Одним из ключевых направлений применения ИИ в строительстве является предиктивная аналитика. Алгоритмы прогнозируют возможные аварии, анализируя техническое состояние зданий и инфраструктуры. Это снижает риск разрушений и позволяет заранее проводить ремонтные работы.

ИИ также активно используется в сфере 3D-печати зданий, революционизируя процесс строительства и открывая новые возможности для архитектурного проектирования. Автоматизированные системы, управляемые

интеллектуальными алгоритмами, способны создавать сложные архитектурные конструкции с высокой точностью, минимальными затратами и в рекордные сроки.

Одним из главных преимуществ 3D-печати с использованием ИИ является сокращение времени строительства. В отличие от традиционных методов, требующих нескольких месяцев или даже лет на возведение зданий, роботизированные принтеры могут напечатать жилой дом всего за несколько дней. Это особенно важно в условиях кризисных ситуаций, когда необходимо быстро возводить укрытия для пострадавших от стихийных бедствий или военных конфликтов.

Кроме того, 3D-печать значительно снижает затраты на строительные материалы, поскольку ИИ-алгоритмы оптимизируют их использование, минимизируя отходы. Специальные программы рассчитывают точное количество смеси для печати, исключая перерасход ресурсов. Это делает технологию не только экономически выгодной, но и экологически устойчивой.

ИИ также позволяет адаптировать проекты под конкретные условия. Например, алгоритмы могут анализировать климатические особенности региона, геологические характеристики почвы и даже предпочтения будущих жильцов, предлагая наиболее подходящие конструкционные решения. Это особенно важно для строительства в удаленных районах или экстремальных природных зонах.

Кроме жилых домов, 3D-печать с использованием ИИ активно применяется в создании инфраструктурных объектов, таких как мосты, дорожные покрытия и инженерные коммуникации. В ряде стран уже реализованы проекты, где мосты, полностью напечатанные на 3D-принтере, демонстрируют прочность, сопоставимую с традиционными конструкциями.

Таким образом, сочетание ИИ и 3D-печати не только ускоряет строительные процессы, но и делает их более экономичными, безопасными и гибкими. В будущем эта технология может стать ключевым инструментом в решении глобальных проблем доступного жилья, устойчивой урбанизации и восстановления разрушенной инфраструктуры.

Роботизированные технологии на основе ИИ применяются для выполнения опасных строительных работ. Автономные машины могут работать в сложных условиях, таких как высотное строительство или зоны стихийных бедствий. Это снижает риски для рабочих и повышает эффективность строительства.

ИИ способствует развитию зеленых технологий в строительстве. Алгоритмы анализируют влияние зданий на окружающую среду и предлагают оптимальные решения для снижения выбросов углекислого газа и энергопотребления. Это важно для создания устойчивых городов будущего.

Использование ИИ в строительстве также улучшает взаимодействие между участниками проектов. Цифровые платформы с элементами искусственного интеллекта позволяют координировать работу архитекторов, инженеров, подрядчиков и заказчиков, что минимизирует ошибки и задержки.

Развитие технологий ИИ открывает новые возможности для строительства автономных зданий. Смарт-дома с интегрированными системами управления могут автоматически адаптироваться к потребностям жильцов, улучшая комфорт и безопасность.

ИИ также используется для реставрации исторических объектов. Сканирование и анализ данных позволяют воссоздавать утраченные элементы зданий с высокой точностью, сохраняя культурное наследие.

Несмотря на все преимущества, внедрение ИИ в строительство сталкивается с рядом вызовов. Высокая стоимость технологий, сложность интеграции с традиционными методами работы и нехватка квалифицированных специалистов остаются серьезными преградами.

Автоматизация строительных процессов может привести к сокращению рабочих мест. Однако одновременно возникают новые профессии, связанные с программированием, анализом данных и управлением ИИ-системами.

Правовые вопросы также играют важную роль в использовании ИИ в строительстве. Необходимы четкие регламенты и стандарты, регулирующие работу интеллектуальных систем и их ответственность за возможные ошибки.

Международная конкуренция в сфере ИИ также оказывает влияние на строительный сектор. Страны, активно инвестирующие в развитие технологий, получают конкурентные преимущества, ускоряя процессы урбанизации и инфраструктурного развития.

Перспективы развития ИИ в строительстве включают интеграцию с квантовыми вычислениями, что позволит проводить сложные расчеты быстрее и точнее. Это откроет новые горизонты для проектирования и реализации мегапроектов.

ИИ также может способствовать развитию модульного строительства. Автоматизированные фабрики, использующие интеллектуальные алгоритмы, смогут производить строительные элементы, которые затем легко собираются на месте.

В будущем ИИ может привести к созданию полностью автономных строительных систем, где роботы будут выполнять весь процесс – от проектирования до возведения здания. Это может революционизировать отрасль и значительно снизить затраты.

Образование в области ИИ и строительства становится все более востребованным. Будущие специалисты должны обладать знаниями в программировании, анализе данных и инженерных науках для эффективной работы с новыми технологиями.

Современные строительные компании активно внедряют ИИ для повышения конкурентоспособности. Использование цифровых двойников зданий, прогнозной аналитики и автоматизированных решений становится стандартом в отрасли. ИИ меняет подход к безопасности строительных объектов. Автоматизированные системы мониторинга могут предсказывать аварийные ситуации и предупреждать работников о возможных рисках. Экологические аспекты строительства также выигрывают от внедрения ИИ.

Анализ климатических данных и использование возобновляемых источников энергии помогают снижать негативное воздействие на природу. Будущее строительства неразрывно связано с ИИ. Внедрение новых технологий позволит создавать умные, безопасные и устойчивые города, улучшая качество жизни людей. Однако важно учитывать этические и социальные аспекты, чтобы технологии приносили пользу обществу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бостон Коннор Д. Искусственный интеллект в архитектуре и строительстве: технологии будущего. – Москва: ТехноПресс, 2023.
2. Иванов П.А., Сидоров В.Н. Применение машинного обучения в проектировании зданий. – Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2022.
3. Smith J., Johnson R. AI and Smart Construction: Innovations and Challenges. – New York: Springer, 2021.
4. Brown T. The Role of Artificial Intelligence in Sustainable Architecture. – London: TechHouse, 2020.
5. Кузнецов М.И. Цифровые технологии в строительной отрасли: от BIM к ИИ. – Екатеринбург: Уральский университет, 2021.
6. World Economic Forum. The Future of Construction: AI and Automation in the Industry. – Geneva, 2022.
7. Zhang W., Lee K. Artificial Intelligence in 3D Printing and Modular Construction. – Beijing: Science Press, 2021.
8. Официальный сайт Международной ассоциации строительных технологий <https://www.construction-tech.org>
9. IEEE Xplore. Recent Advances in AI for Building Information Modeling (BIM) and Construction Management. <https://ieeexplore.ieee.org>
10. UN-Habitat. AI in Urban Development and Smart Cities. – United Nations, 2023.

УДК 691.32

Колесникова А.В., Алимбаева А.К. (23-ССТ-1, ВКТУ), Руденко О.В (к.т.н., ВКТУ)

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛОБОЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. В статье рассматривается переработка стеклобоя как перспективное направление в строительной отрасли. Особое внимание уделяется экологическим и экономическим аспектам использования стеклянных отходов, а также их влиянию на физико-механические свойства строительных материалов. Описаны основные этапы переработки стеклобоя, включая сортировку, очистку и дробление. Приведены варианты его применения в бетоне, дорожном строительстве, керамике, теплоизоляции и стеклокерамике. Рассмотрены современные технологии смешивания стеклобоя с другими компонентами. Анализ научных исследований подтверждает эффективность вторичного использования стекла, что открывает новые возможности для создания инновационных материалов.

Ключевые слова: переработка стеклобоя, вторичное использование, строительные материалы, бетонные смеси, дорожное строительство, керамические материалы, теплоизоляционные свойства, стеклокерамика, физико-механические характеристики, экологическая устойчивость.

Переработка стекла в качестве заполнителя, композитов и элементов бетона становится одной из важнейших задач современного строительства и материаловедения. В условиях нарастающего экологического кризиса, включающего проблему отходов, истощение природных ресурсов и необходимость перехода к устойчивым технологиям, утилизация стеклобоя приобретает особое значение. Традиционные методы обращения с отходами, такие как захоронение на полигонах или сжигание, не только загрязняют окружающую среду, но и ведут к необратимой потере ценных материалов, которые могли бы быть вторично использованы. Использование переработанного стекла позволяет не только снизить объем отходов, подлежащих захоронению, но и уменьшить зависимость от традиционных природных ресурсов, таких как песок и щебень, добыча которых негативно сказывается на экосистемах. Кроме того, переработанное стекло может способствовать улучшению качества строительных материалов благодаря своим уникальным физико-механическим свойствам. Оно обладает высокой прочностью, химической инертностью, устойчивостью к перепадам температур и агрессивным средам, что делает его перспективным компонентом для различных строительных смесей. Включение стеклобоя в состав бетона и композитов позволяет не только увеличить срок службы конструкций, но и повысить их эстетические и эксплуатационные характеристики, а также снизить затраты на производство.

Процесс переработки стеклобоя включает несколько ключевых этапов, каждый из которых играет важную роль в обеспечении качества конечного

продукта. В первую очередь осуществляется сбор стеклянных отходов, который может производиться как на промышленных предприятиях, так и в рамках муниципальных программ раздельного сбора мусора. Далее собранное стекло сортируется по цвету и химическому составу, что позволяет минимизировать риск нежелательных химических реакций при его дальнейшем использовании в строительных смесях. После этого сырьё проходит этап очистки, во время которого удаляются посторонние примеси, такие как бумага, пластик, металлические элементы и органические загрязнения. Очистка повышает однородность стеклобоя и улучшает его технологические свойства. Затем следует процесс дробления, проводимый с использованием различных технологий: механического измельчения, помола в шаровых мельницах, а также инновационных методов, таких как ультразвуковое воздействие, позволяющее получать стеклянные порошки с высокой степенью однородности. В зависимости от полученной фракции переработанное стекло находит применение в различных строительных материалах. Так, частицы размером до 0,6 мм могут использоваться в качестве активной минеральной добавки, частично заменяя цемент и улучшая его вяжущие свойства. Фракции от 0,15 до 5 мм применяются в качестве заполнителя в бетонных смесях, где стеклобой не только снижает расход природного песка, но и повышает прочность и долговечность бетона. В дорожном строительстве стеклобой размером 2–4 мм улучшает сцепление материалов, повышая износостойкость дорожных покрытий и снижая вероятность образования колеи. В производстве керамических изделий, таких как кирпич и плитка, стеклобой с фракцией 0,1–0,8 мм способствует улучшению прочностных характеристик, снижению водопоглощения и увеличению морозостойкости продукции. Таким образом, переработка стекла не только решает проблему утилизации отходов, но и открывает новые перспективы для создания более эффективных, долговечных и экологически безопасных строительных материалов.

Согласно исследованиям, представленным в работах «Применение дробленого бетона и битого стекла при вторичном производстве бетона»[1], «Пустотелые стеновые бетонные блоки с рециклированными заполнителями и стеклом»[2], а также «Физико-технические свойства фибробетонов с использованием вторичного минераловатного сырья»[3], использование стеклобоя в бетонных смесях позволяет увеличить прочность материала на 10–25%, повысить его пластичность на 15–30% и улучшить устойчивость к химическим воздействиям на 20–40%. Это делает бетон с добавлением стекла особенно актуальным для сложных климатических условий и агрессивных сред. В дорожном строительстве перспективы применения стеклобоя подробно рассмотрены в работах «Перспективы утилизации и вторичного использования неутрализованных отходов стекла (стеклобоя) в дорожном строительстве» [4], и «Перспективы применения неутрализуемых отходов стекла в асфальтобетонах и органоминеральных композициях для дорожного строительства» [5]. Исследования показывают, что введение стеклобоя в

асфальтобетонные смеси повышает их стойкость к истиранию на 15–20% и увеличивает срок службы дорожного покрытия на 10–15%.

Еще одним важным направлением является использование стеклобоя в производстве керамических материалов, таких как кирпич, плитка, облицовочные и фасадные панели. Согласно исследованиям «Технология получения композиционных стеклокристаллических облицовочных материалов на основе смешанного стеклобоя» [6], добавление стекла в керамические изделия улучшает их прочность на 10–18% и водостойкость на 12–22%, что делает их более устойчивыми к внешним воздействиям. Это особенно важно при строительстве зданий в регионах с высокой влажностью или резкими температурными колебаниями, поскольку керамические изделия со стеклобоем демонстрируют повышенную морозостойкость и устойчивость к растрескиванию.

Кроме того, стеклобой используется в производстве теплоизоляционных материалов, таких как минераловатные утеплители, где он повышает теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства на 15–25%, делая материалы более эффективными в строительстве. Введение стеклобоя в состав минеральной ваты не только улучшает её эксплуатационные характеристики, но и способствует сокращению энергозатрат на производство, так как стекло при плавлении требует меньше энергии, чем некоторые традиционные сырьевые компоненты. Также стеклобой используется в производстве вспененного стекла — легкого и прочного теплоизоляционного материала, который применяется для утепления фундаментов, кровли, стен и полов. Это делает переработанное стекло перспективным компонентом для создания энергоэффективных зданий.

Методы интеграции стеклобоя в строительные смеси зависят от типа конечного продукта, а также от требований к его структуре и свойствам. В бетонных смесях применяются два основных способа введения стеклобоя: сухое и влажное смешивание. В первом случае стеклобой предварительно просушивается и затем вводится в цементно-песчаную смесь, что обеспечивает равномерное распределение частиц и предотвращает их склеивание. Во втором случае стеклобой добавляется в водную суспензию перед затворением бетона, что способствует более эффективному сцеплению стеклянных частиц с цементной матрицей, повышая прочность и плотность материала.

В производстве асфальтобетона стеклобой смешивается с минеральными материалами при высокой температуре (около 150–180°C), что позволяет не только равномерно распределить его в смеси, но и улучшить адгезию компонентов. Это приводит к повышению износостойкости дорожного покрытия, его устойчивости к механическим нагрузкам и снижению вероятности образования трещин. Также стеклобой может применяться в создании инновационных световозвращающих дорожных покрытий, что улучшает видимость дороги в темное время суток и повышает безопасность дорожного движения.

В керамическом производстве стеклобой вводится в глиняную массу на

этапе подготовки шихты, обеспечивая равномерность структуры материала. Стекло в этом случае играет роль флюса, снижая температуру обжига и способствуя формированию плотной и однородной структуры керамических изделий. Это делает производство более энергоэффективным, снижая расходы на топливо и уменьшая выбросы углекислого газа. Кроме того, использование стеклобоя позволяет создавать глазурированные покрытия для керамической плитки и декоративных элементов, что улучшает их внешний вид, повышает устойчивость к истиранию и продлевает срок службы. Помимо улучшения технических характеристик строительных материалов, переработка стекла решает ряд экологических проблем. Во-первых, она сокращает количество отходов, отправляемых на полигоны, снижая нагрузку на окружающую среду. Во-вторых, использование стеклобоя позволяет уменьшить потребность в добыче природных ресурсов, таких как песок, запасы которого в мире постепенно истощаются. В-третьих, применение переработанного стекла в строительстве снижает выбросы углекислого газа, поскольку при производстве цемента и бетона с добавлением стеклобоя уменьшается энергозатратность процессов.

Исследования в этой области продолжаются, как отмечено в статье «Проблемы и перспективы сбора и переработки боя стекла и применение изделий на его основе» [7], современные разработки направлены на создание новых композитов с улучшенными характеристиками, включая битумоминеральные композиции для дорожного строительства и энергоэффективные конструкции. Ученые активно изучают влияние различных фракций стеклобоя на механические свойства строительных смесей, что позволяет подбирать оптимальные пропорции для конкретных условий эксплуатации. Например, исследуется возможность модификации бетонов с использованием ультрадисперсных стеклянных частиц, что может существенно повысить их прочность, пластичность и устойчивость к агрессивным средам.

Отдельное внимание уделяется перспективам применения стеклобоя в 3D-печати строительных материалов, что может открыть новые возможности для автоматизированного производства зданий с минимальным воздействием на окружающую среду. Использование переработанного стекла в качестве связующего компонента или заполнителя в 3D-печатных строительных смесях может привести к созданию легких, прочных и долговечных конструкций, а также снизить себестоимость строительства за счет удешевления сырья. Ведутся исследования по внедрению стеклобоя в состав инновационных геополимерных бетонов, которые обладают высокой стойкостью к химическим и температурным воздействиям, что делает их перспективными для применения в экстремальных климатических условиях.

Таким образом, переработка стекла в строительстве представляет собой перспективное направление, сочетающее экологические и экономические выгоды. Развитие технологий переработки стеклобоя не только способствует снижению уровня отходов, но и позволяет создавать более прочные, долговечные и энергоэффективные строительные материалы, что играет

важную роль в формировании устойчивой строительной отрасли будущего. Интеграция стеклобоя в современные строительные технологии также способствует развитию принципов циркулярной экономики, где отходы становятся ценным ресурсом для производства новых материалов.

Кроме того, переработка стекла в строительстве способствует снижению зависимости отрасли от природных ресурсов, таких как песок и гравий, добыча которых оказывает значительное влияние на экосистему. В долгосрочной перспективе использование стеклобоя может помочь снизить уровень загрязнения окружающей среды, уменьшить нагрузку на полигоны ТБО и сократить выбросы углекислого газа, связанные с производством традиционных строительных материалов. Внедрение инновационных методов переработки стекла в строительстве также способствует развитию новых стандартов и нормативных документов, регулирующих использование вторичного сырья в отрасли, что ускоряет процесс внедрения экологически безопасных технологий на глобальном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щербань А.В. Применение дробленого бетона и битого стекла при вторичном производстве бетона.
2. Матар П.Ю, Петропавловская В.Б. Пустотелые стеновые бетонные блоки с рециклированными заполнителями и стеклом.
3. Демьяненко О.В., Копаница Н.О. Физико-технические свойства фибробетонов с использованием вторичного минераловатного сырья.
4. Барт А.В., Оришев А.В., Борисенко Ю.Г. Перспективы утилизации и вторичного использования не утилизируемых отходов стекла (стеклобоя) в дорожном строительстве.
5. Барт А.В., Оришев А.В. и Борисенко Ю.Г. Перспективы применения не утилизируемых отходов стекла в асфальтобетонах и органоминеральных композициях для дорожного строительства.
6. Бондаренко Н.И., Пучок О.В., Бессмертный В.С. Технология получения композиционных стеклокристаллических облицовочных материалов на основе смешанного стеклобоя.
7. Шелковникова Т.И., Баранов Е.В., Черкасов С.В., Пряженцева Е.А. Проблемы и перспективы сбора и переработки боя стекла и применение изделий на его основе.

УДК 72.036

Колесникова Е.А. (21-ДА-1, ВКТУ), Буханцева А.Е. (преподаватель, ВКТУ)

СТИЛЬ «МЕМФИС»: ПОСТМОДЕРНИСТИЧЕСКИЙ БУНТ В ДИЗАЙНЕ

***Аннотация.** В данной статье исследуются значения концепций стиля «Мемфис» в современной практике дизайна. Основываясь на обзоре профессиональной литературы и анализе современных дизайн тенденций предлагается обзор основных особенностей и характеристик стиля. Особое внимание уделяется изучению воздействию на эмоциональную сферу человека и его визуальное восприятие предметно-пространственной среды. В статье приводятся примеры концепций и подходов к проектированию стиля Мемфис в мебели, декоре, демонстрируя его актуальность и универсальность.*

***Ключевые слова:** стиль, оригинальность, интерьер, геометрические формы, творческая атмосфера, цветовая гамма.*

Современные архитектура и дизайн отражают в себе культурные, социальные и технологические процессы и находятся в постоянном поиске новых выразительных средств и концептуальных подходов. В этом контексте, постмодернизм - философско-культурологическое движение, зародившееся во второй половине XX века, сыграло значительную роль в эволюции архитектурной и художественной мысли. В постмодернистическом поликреативном пространстве поиска разнообразных путей освобождения от рафинированной функциональности наиболее радикально заявила о себе итальянская школа дизайна. Среди множества стилистических направлений, «Memphis» выделяется своей яркостью и эпатажностью. Этот творческий прорыв эпатажности и эксцентричности стал самым настоящим вызовом строгому минимализму. Стиль «Мемфис» умело сочетает в себе необычные материалы и геометрические формы, создавая игривое или вдохновляющее настроение. Данный стиль – это символ свободы, самовыражения и экспериментов, позволяющий выразить «душу» художника и всетворческое разнообразие в объектах в интерьера.[1]

«Мемфис» родился как протест против строгого функционализма и минимализма, господствовавших в дизайне середины XX века. Его создатели стремились не только разрушить границы традиционного восприятия мебели и декора, но и сделать их более эмоциональными, яркими и отчасти провокационными. В чем же привлекательность такого эпотажного дизайна? В свободе творчества, в поиске нестандартных решений, в сочетании разных фактур, текстур и материалов. Вещи становятся не безликими незаметными участниками жизни человека, а веселыми исполнителями своих задач. Они создают атмосферу праздника, игры, юмора и радости. Они заставляют улыбнуться, разглядывать себя, их хочется потрогать, сделать полноценными участниками своей жизни.[1]

Стиль «Мемфис» не просто сложно, а практически невозможно спутать с другим направлением. Его сочетание кислотно-ярких или неоновых цветов,

отказ от условностей и стандартов, комиксные или поп-арт мотивы, а так же игра с контрастом – это невероятно уникально и самобытно.[1]

Дизайнеры второй половины 20-го века устали от жестких композиций геометрических форм, где нет места неожиданному эксперименту, где все подчинено сложившимся законам проектирования. В 50-ых годах в США появляется стилистическое направление поп-арт. Поп-арт - это протест против всего элитарного, традиционного и устоявшегося. Художники стремились приблизить искусство к массовой культуре, используя образы рекламы, комиксов и товаров массового производства. [2].

С этого момента начинается бум в дизайне, появляются изделия из дешевых, недолговечных материалов, из картона, поливинилхлорида и др. Появляются вещи броские, экстравагантные и необычные. Это направление получило название «радикальный дизайн» или «антидизайн». Форма стала приоритетной, и теперь превратилась в причудливую, сложную, декоративную или наоборот изящно простую. Этому способствовали безграничные возможности новых материалов: пластмассы, пластика, полиэстера и т.д. [2].

В плеяде итальянских дизайнеров: Марко Занузо, Марио Белини, Джованни Понти наиболее известен Этторе Соттсасс. Его индивидуальный творческий метод включает «антропологический» подход к дизайну, черпает вдохновение из поп культуры, в стилях прошлого, в своем персональном жизненного опыте. Соттсасс был ведущей фигурой радикального дизайна в 1970-х и стал одним из самых выдающихся представителей постмодернизма в дизайне 1980-х годов. Работы мастера отражают мятежный характер своего создателя, колеблются от поэтических до игривых и пышно красочных. Они всегда крайне интересны, иногда спорны, но никогда —скучны[3].

В 1981 году Соттсассом была открыта фирма «Мемфис», ставшая ярким звеном в формировании интернационального движения постмодернизма. Их продукция стала очень популярна. Перечень выпускаемой фирмой изделий был огромен. В творческом методе Соттсасса удивительным образом сочетались бунтарство и профессионализм. Это и необычные сочетания фактур и материалов в мебели, использование ярких контрастных цветов в бытовой технике, причудливость форм керамики и стекла. Стиль Мемфис стал настоящим эпатажем в дизайне. Он был привлекательным, остроумным и забавным. Большинство объектов выглядели как детские игрушки. Дизайн «Мемфиса» - это мир чистого, яркого цвета. [1]

Книжный стеллаж «Карлтон» наиболее известен в мире дизайна и является визитной карточкой группы «Мемфис». Это не просто предмет мебели — это настоящий вызов традиционному представлению о порядке и симметрии. Яркие цвета, хаотично пересекающиеся линии, неожиданные углы — он больше похож на скульптуру, чем на предмет интерьера.[4]

Шкаф «Касабланка» тоже вызывает фееричные эмоции, поскольку становится не просто ярким пятном в интерьере, но частичкой творческой души автора.[2] (рис. 1)

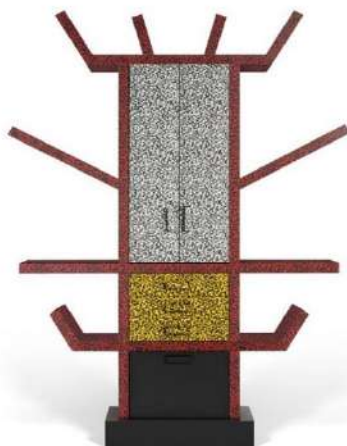


Рис.1 Шкаф «Касабланка» [2]

Светильник "Tahiti" напоминает стилизованную птицу, похожую на персонажа из мультфильма. Такой предмет интерьера станет не просто источником освещения, а нестандартным декоративным элементом, похожим на небольшую скульптуру.[5] (рис. 2)



Рис.2 Светильник «Tahiti» [5]

Появление группы было оправданным и необходимым. Мир дизайна не может жить только по законам обыденного и стандартного, поскольку это не просто создание удобных вещей, а способ выражения идей, эмоций и духа времени. Иногда самые дерзкие и нестандартные решения могут сначала вызвать недоумение, но в дальнейшем создать предпосылки для экстравагантных будущих концепций.

Между стилем «Мемфис» и, к примеру, стилем минимализм, наиболее часто используемым в наше время, имеются небольшие общие черты.

Первое – это современность. Оба стиля появились в XX веке, и используются до сих пор;

Второе – геометрические формы. Но есть и не схожесть, поскольку стиль

Мемфис – это всегда что-то причудливое, необычное, органичное, в отличие от минимализма, где важна строгость и лаконичность;

Третье – это функциональность. Каким бы «причудливым» не казался интерьер и его элементы стиля «Мемфис», он тем не менее остается функциональным и практичным.

Необходимо добавить отличия по цвето-фактурным позициям:

Первое, – это цветовые гаммы, используемые в интерьере в данных стилях. Если в минимализме – это спокойные, сдержанные и нейтральные оттенки, то «Мемфис» - полное ему противопоставление-это яркая, насыщенная и контрастная гамма цветов, например, сочетание бирюзового и розового.

Второе – это эмоциональное восприятие. Минимализм вызывает ощущение покоя, создает рабочую тихую атмосферу. «Мемфис», наоборот настраивает человека на более игровые и веселые эмоции, что является его главным творческим постулатом.

Третье – это философия. Минимализм – это, в первую очередь, строгость. «Меньше – значит больше» - Людвиг Мис ван дер Роэ. Сотсасс закладывал обратное – свободу самовыражения и отказ от жестких правил.

Таким образом, в отличии от минимализма, который способствует спокойствию и концентрации, «Мемфис» оптимизирует самоощущение человека, формирует позитивное восприятие окружающей среды. При использовании дизайнерами и художниками только устоявшегося и обыденного, в современном творческом пространстве смелые яркие идеи терялись бы и гасли. Творческие продукты фирмы «Мемфис» могут стимулировать у начинающих дизайнеров свободу самовыражения, богатую и насыщенную образами фантазию, наполнять жизнь новыми красками, которые значимы для формирования любви к творчеству и эстетике в каждом человеке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Знаменитые архитекторы и дизайнеры | Totalarch | Ettore Sottsass. Этторе Соттсасс [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://famous.totalarch.com/sottsass>
2. Михайлов С. М. М 69 История дизайна. Том 2: Учеб. для вузов. - Москва: "Союз Дизайнеров России", 2003. - 270 с., илл.
3. Designstory | Живая легенда. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://designstory.ru/news/view/508>
4. Interior+design. | 100 лет дизайна: стеллаж Carlton Этторе Соттсасса [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.interior.ru/education/predmeti/8944-100-let-dizaina-stellazh-carlton-ettore-sottsass.html>
5. Wikiart | Tahiti Lamp, Memphis/ [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.wikiart.org/ru/ettore-sottsass/tahiti-lamp-memphis-1981>

УДК 692.4

Коротков И.А. (24-МСС-1, ВКТУ)

РЕКОНСТРУКЦИЯ СОВМЕЩЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ

Аннотация. Рассмотрено конструктивное решение двухэтажного производственного здания. Проведен анализ технического состояния совмещенного покрытия с рулонной кровлей. Изложены результаты технического обследования и сделаны выводы о недостатках рулонных кровель. Предложено выполнить реконструкцию покрытия с надстройкой чердачной крыши. Обосновано конструктивное решение несущих элементов чердака. Выполнена оценка сейсмобезопасности здания. Предложены меры по сейсмоусилению.

Ключевые слова: совмещенное покрытие, чердачная крыша, профилированный настил, сейсмобезопасность, сейсмоусиление.

Совмещенные покрытия зданий широко применялись в строительстве промышленных и гражданских зданий до двухтысячного года. В них в качестве гидроизоляции применялись рулонные материалы, которые было удобно наклеивать на твердые ровные поверхности крыш, имеющих небольшие уклоны. При этом в качестве клеевых составов использовались горячие мастики на основе битума, что повышало трудоемкость выполнения строительных работ и создавало дополнительные риски производственной безопасности и отрицательно влияло на экологию.

В семидесятые годы прошлого века для кровель вместо традиционного кровельного железа стали применять профилированные оцинкованные настилы из тонколистовой стали. В настоящее время их применяют наиболее часто, причем как в качестве обшивок комплексных панелей для совмещенных покрытий, так и в качестве кровли в чердачных крышах.

Опыт эксплуатации рулонных кровель показал, что они требуют высокого качества выполнения работ, которое не всегда обеспечивается строительными организациями. Сами кровельные материалы являются недолговечными, при эксплуатации крыш происходит разрушение клеящей основы материалов от воздействия солнца, полимерные основы подвергаются деструкции, битумные материалы плавятся или растрескиваются в зимних условиях.

Поэтому часто при реконструкции крыш отказываются от совмещенных покрытий, заменяя их чердачными крышами на основании рекомендаций строительных норм [1]. Несмотря на необходимость возведения несущих конструкций чердака нагрузка от крыши увеличивается незначительно, а снеговая нагрузка уменьшается, так как зависит от наклона ската кровли [2].

Рассмотрим пример возможной реконструкции совмещенного покрытия двухэтажного производственного здания, имеющего прямоугольную форму в плане с размерами в осях А-Б, 1-7, равными 12×36 м. План второго этажа показан на рисунке 1. Поперечный разрез приводится на рисунке 2.

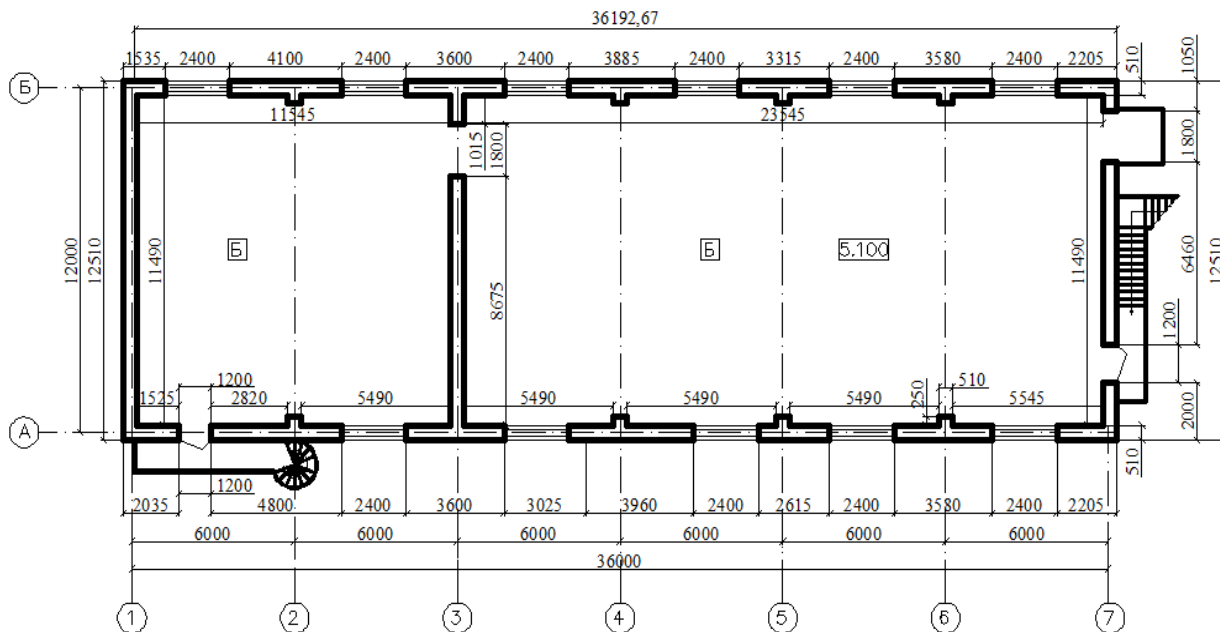


Рисунок 1 – План второго этажа

По конструктивной схеме производственный объект относится к однопролётным зданиям с несущими кирпичными стенами. Несущими являются наружные стены толщиной 510 мм и внутренняя поперечная стена толщиной 380 мм, расположенная по оси 3. Шаг поперечных стен в здании равен 12 м, но стена по оси 5 на втором этаже отсутствует. В качестве основных материалов стен применён кирпич глиняный пластического формования на цементном растворе. С наружной стороны кирпичная кладка выполнена с расшивкой растворных швов, внутри здания стены оштукатурены цементным раствором. На первом этаже в местах опирания балок междуэтажного перекрытия стены усилены кирпичными пилястрами размером 510×250 мм; балки опираются на пилястры через бетонные подушки.

На втором этаже пилястры не доходят до потолка, заканчиваясь на отметке 8.300 м. Раньше на пилястры опирались подкрановые балки; в настоящее время они демонтированы и кранового оборудования нет.

Междуэтажное перекрытие выполнено из сборных железобетонных пустотных плит, опирающихся на поперечные кирпичные стены или на промежуточные стальные балки.

Покры́тие зда́ния смонти́ровано из сборных железобетонных ребристых плит размером 3×12 м, опирающихся на продольные кирпичные стены. Плиты расположены с уклоном $i = 0.017$, направление уклона от ряда Б в сторону ряда А. Крыша цеха односкатная, с неорганизованным наружным водоотводом, кровля рулонная, покрытие утеплённое совмещённое.

Фундаменты под несущие стены цеха бетонные ленточные, полы первого этажа бетонные.

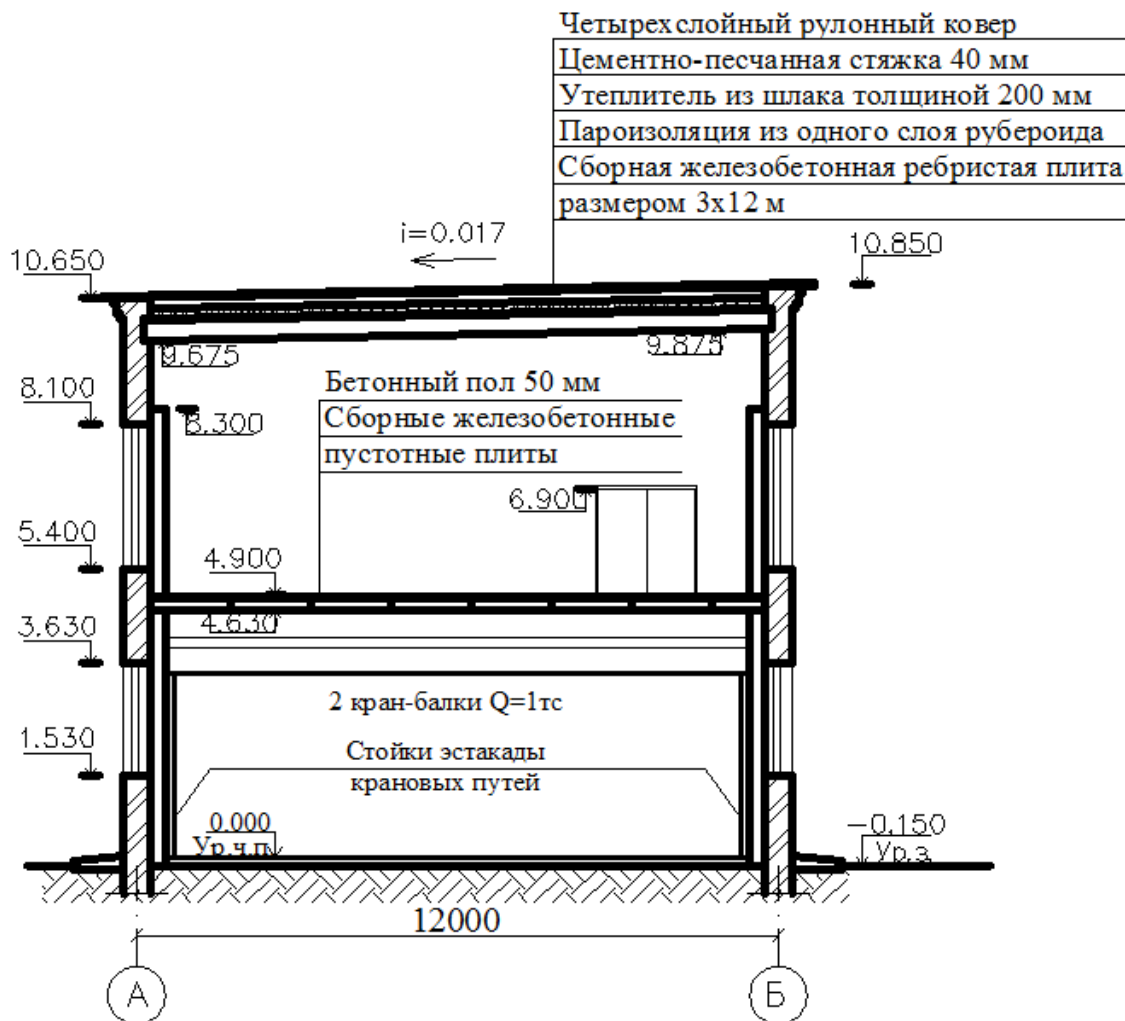


Рисунок 2 – Поперечный разрез

Природные условия характеризуются следующими факторами. Характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт, определяемое с годовой вероятностью превышения 0.02, для г. Риддера, V район, равно $S_k = 240 \text{ кгс/м}^2$ (карта 4 приложения В свода правил [2]); характеристическое значение ветрового давления $q_p = 77 \text{ кгс/м}^2$ (IV район по карте приложения Ж свода правил [2]), расчётная температура самых холодных суток минус 45°C , сейсмичность зоны строительства 7 баллов по карте ОСЗ-2₄₇₅ или 8 баллов по карте ОСЗ-2₂₄₇₅ согласно [3].

Рельеф земельного участка ровный, грунты II типа по сейсмическим свойствам.

Помещения производственного здания отапливаемые. Внутренняя среда характеризуется нормальной влажностью воздуха и отсутствием агрессивных газов.

При нормальной эксплуатации здания внутренняя среда неагрессивна по отношению к железобетонным и каменным конструкциям. Однако в случае протечек крыши возможно выпадение конденсационной влаги, поэтому среда становится слабоагрессивной [4].

Обследование технического состояния строительных конструкций производилось в соответствии со сводом правил [5, 6].

При обследовании здания было установлено, что в результате систематической протечки кровли повреждения получили железобетонные плиты покрытия. Они покрыты высолами, в отдельных местах произошло разрушение защитного слоя бетона с обнажением рабочей арматуры.

Протечки кровли происходили в основном на карнизном участке, а также в отдельных местах сквозь продольные швы между рёбрами плит. При осмотре карниза со стороны ряда А, куда направлен сток атмосферных осадков, обнаружены волнообразные деформации карнизных сливов. Они могли быть вызваны образованием наледей и их удалением с помощью острого инструмента, при котором неизбежно повреждается мягкая кровля. Последствиями повреждений являются следы протечек и замачивания атмосферными осадками плит покрытия и стены в верхней части по ряду А.

Недостатком кровли является водопроницаемость карнизного участка. Карнизные свесы имеют деформации, которые могли быть получены при очистке от снега и льда. Деформации приводят к повреждению стыков кровельного железа между отдельными листами свеса. Эти стыки должны выполняться в виде лежачего фальца, плотно соединяющего соседние листы и поэтому водонепроницаемого.

Поэтому было принято решение выполнить реконструкцию крыши, отказавшись от мягкой кровли. При замене кровли на профилированный настил следует учитывать, что уклон крыши должен быть не менее $i = 0.1$. В этом случае листы профилированного настила можно стыковать.

Перед разработкой проекта была выполнена оценка сейсмобезопасности здания, так как при реконструкции требуется предусматривать сейсмоусиление [7]. Оценка сейсмобезопасности начинается с проверки соответствия конструктивного решения требованиям [3].

Производственное здание расположено в зоне, сейсмичность которой при уточнении карт сейсмического зонирования была повышена до 7 и 8 баллов. По этой причине в его конструкциях антисейсмические мероприятия предусмотрены не были.

К факторам, усугубляющим опасность сейсмического воздействия на здание, относятся несоответствия конструктивного решения ограничениям и рекомендациям, изложенным в своде правил [3]:

- отсутствие антисейсмических поясов в уровне покрытия и междуэтажного перекрытия;
- большие расстояния между поперечными стенами, раскрепляющими продольные кирпичные стены от потери устойчивости, превышающие 12 м;
- отсутствие армирования кирпичной кладки в местах пересечения несущих кирпичных стен.

При землетрясении интенсивностью 7 или 8 баллов могут получить повреждения кирпичные стены здания. В соответствии с действующей в Казахстане сейсмической шкалой MSK-64(K) [8] повреждения каменных стен

при землетрясении интенсивностью 8 баллов могут соответствовать третьей степени (сквозные трещины в стенах, частичное обрушение фронтонов и парапетов).

На основании оценки сейсмобезопасности принято решение – разработать проект чердачной надстройки [1], одновременно предусмотрев сейсмоусиление здания [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП РК 3.02-137-2013. Крыши и кровли / Комитет по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан, Астана, 2015. – 51 с.
2. НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017. Нагрузки и воздействия на здания. Часть 1.3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3: 2003/2011). Часть 1.4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4: 2003/2011 / Комитет по делам строительства и жил. – ком. хозяйства Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 181 с.
3. СП РК 2.03-30-2017*. Строительство в сейсмических зонах / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2018. – 111 с.
4. СНиП РК 2.01-101-2013. Защита строительных конструкций от коррозии / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан, - Астана, 2015. – 76 с.
5. СП РК 1.04-101-2012. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015.
6. СП РК 1.04-110-2017. Обследование, оценка технического состояния и сейсмоусиление зданий и сооружений / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 49 с.
7. РДС РК 1.04-26-2020. Реконструкция, капитальный и текущий ремонт гражданских и производственных зданий и сооружений / Агентство РК по делам строительства и ЖКХ. Астана, 2020. – 107 с.
8. СН РК 2.03-28-2004. Шкала для оценки интенсивности землетрясений MSK-64(К). Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и торговли РК, Алматы, 2004. – 16 с.

УДК 624.042.7

Кузнецов И.С. (24-МСС-1, ВКТУ)

ОЦЕНКА СЕЙСМОБЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

***Аннотация.** В статье изложены результаты анализа конструктивного решения производственного здания. Указано, что с 2005 года в Республике Казахстан внесены изменения в карту сейсмического зонирования. Сейсмичность в городе Усть-Каменогорске увеличена до 7 баллов. Существующие производственные здания были построены до 2005 года. Поэтому они не соответствуют сейсмической безопасности. Для производственного здания проведен анализ сейсмобезопасности, выявлены несоответствия требованиям современных нормативных документов, предложены рекомендации по сейсмоусилению.*

***Ключевые слова:** производственное здание, обследование технического состояния, строительные конструкции, сейсмобезопасность, сейсмоусиление, рекомендации.*

Большинство производственных зданий в Восточном Казахстане было построено до 2005 года, когда были внесены изменения в карты сейсмического зонирования. Сейсмичность в городе Усть-Каменогорске была увеличена до 7 баллов [1], поэтому в новых проектах предусматривают мероприятия по сейсмоусилению зданий. Что касается зданий, построенных до 2005 года, то для них в соответствии с [2] при реконструкции или капитальном ремонте надо обязательно предусматривать разработку мер по сейсмоусилению. Для этого необходимо разрабатывать специальный проект.

В настоящей работе поставлена задача оценки сейсмобезопасности существующего производственного здания с оценкой его сейсмобезопасности, и предложить меры по сейсмоусилению строительных конструкций.

Производственное здание предназначено для ремонта и технического обслуживания автомашин, которые используются для перевозки шлака. Оно имеет вид пристройки прямоугольной формы в плане с размерами в осях А-В, 1-4, равными 24×18 м. План здания показан на рисунке 1, поперечный разрез на рисунке 2.

По конструктивной схеме этот объект относится к зданиям с несущим железобетонным сборным каркасом. Каркас состоит из четырёх двухпролётных поперечных рам, расположенных с шагом 6 м. Величины пролётов – 12 м, сопряжения колонн и ригелей шарнирные. Колонны имеют постоянное прямоугольное сечение размером 400×400 мм, они жёстко заделаны в фундаменты стаканного типа. В качестве ригелей применены сборные железобетонные балки двутаврового поперечного сечения постоянной высоты. Для создания уклона крыши на колонны среднего ряда установлены стальные опорные стульчики сквозного сечения из прокатных профилей. На колоннах крайних рядов в отдельных местах также есть опорные подкладки из стальных элементов меньшей высоты; их применение было обосновано неточностями монтажа и разными вертикальными отметками верха колонн. Высота здания от

уровня земли до карниза крыши равна 7 м, до низа балок покрытия у наружной стены 5.75 м, у средних колонн 6.3 м (рисунок 2).

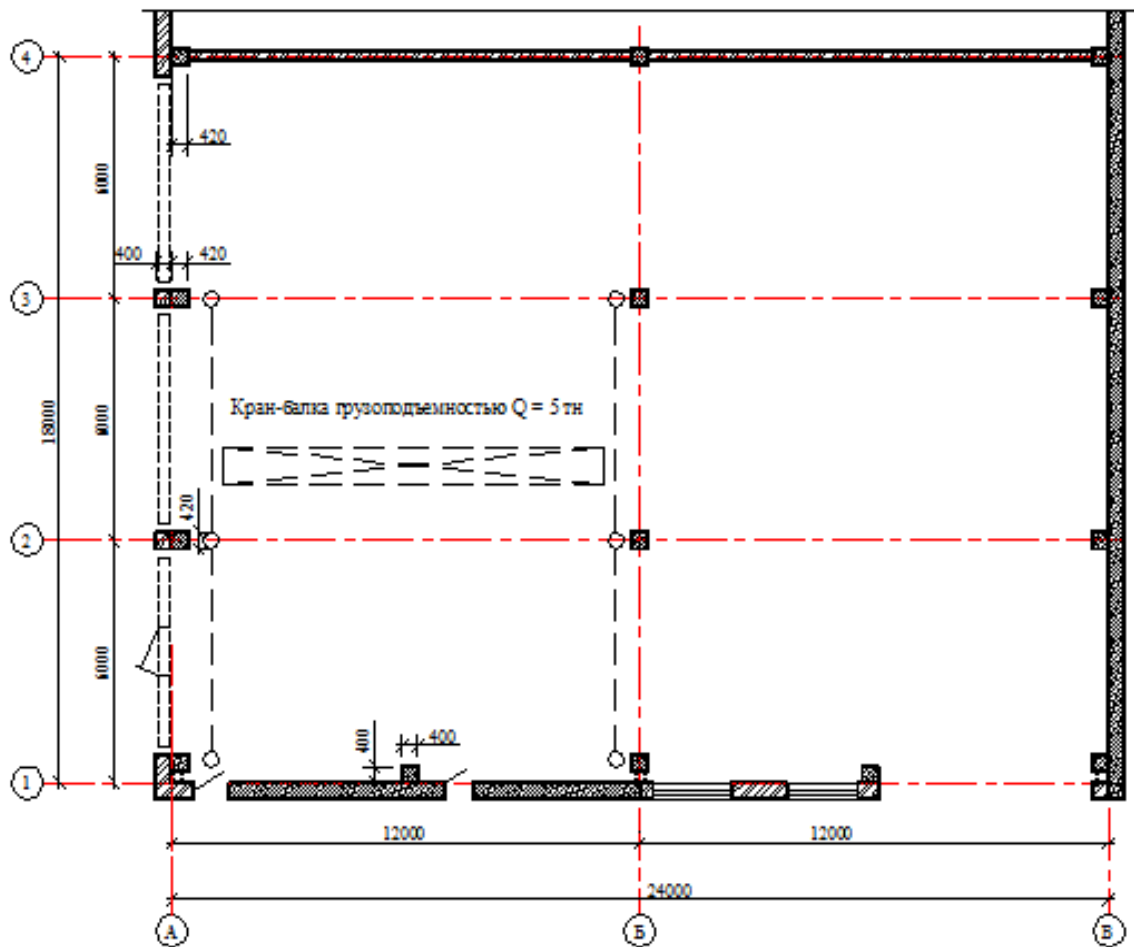


Рисунок 1 – План здания

На балки смонтированы сборные железобетонные ребристые плиты размером 1.5×6 м. Крыша здания двускатная, с уклоном в сторону буквенных рядов А и В, уклон кровли 4.6%. Водоотвод атмосферных осадков с крыши наружный неорганизованный. Со стороны торцевой стены по оси 1 на крыше имеется парапет. Покрытие утеплённое, кровля рулонная. Со стороны ряда А в местах расположения ворот к стене примыкает козырёк из стальных элементов, закреплённый к кирпичной стене.

Стены выполнены из сборных железобетонных панелей с кирпичными вставками. Торцевая стена по оси 1 имеет железобетонные фахверковые колонны, установленные между несущими колоннами каркаса с шагом 6 м. Колонны имеют сплошное сечение размером 400×400 мм. Фундаменты под колонны здания столбчатые, под стены – ленточные бетонные.

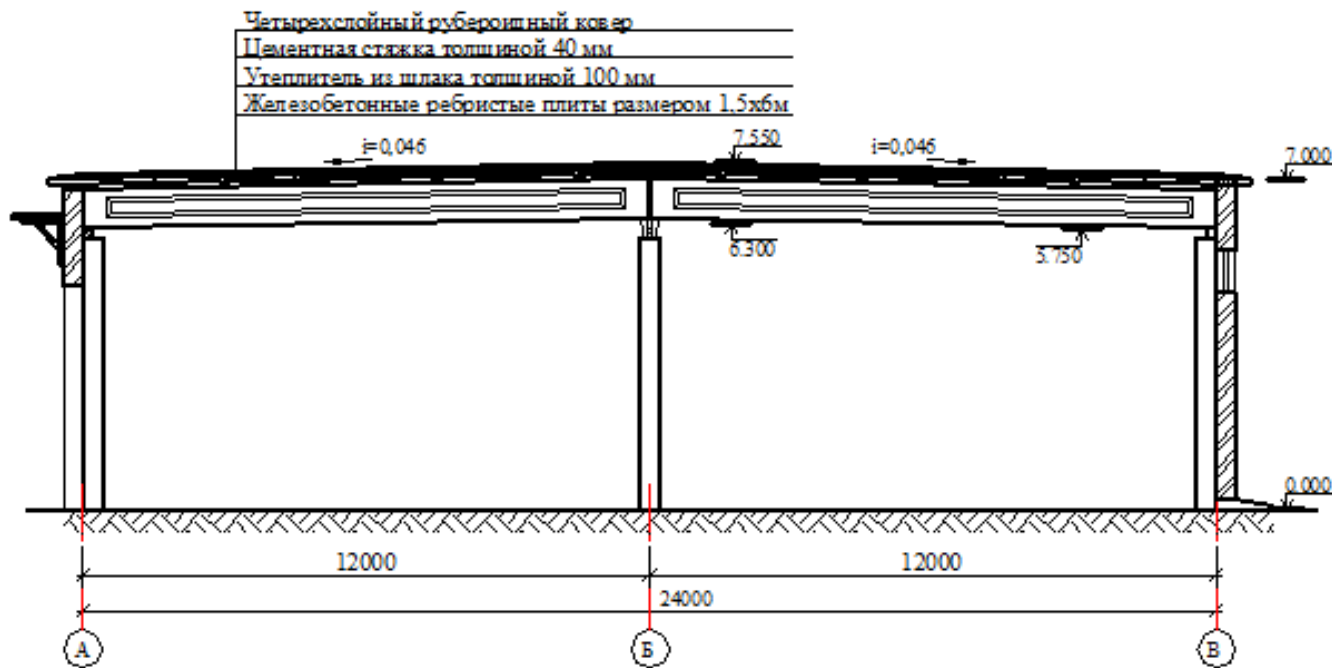


Рисунок 2 – Поперечный разрез

В здании имеется грузоподъемное оборудование – кран-балка, предназначенная для выполнения работ по ремонту транспортных средств. Для неё смонтирован автономный стальной каркас, состоящий из стальных колонн трубчатого сечения, опирающихся на них сверху парных двутавровых стальных балок и подвесных крановых путей (рисунок 1). Нагрузки от кран-балки на каркас здания не передаются.

Характеристическое значение снеговой нагрузки на грунт, определяемое с годовой вероятностью превышения 0.02, для г. Усть-Каменогорска, III район, равно $S_k = 150 \text{ кгс/м}^2$ (карта 4 приложения В свода правил [3]); характеристическое значение ветрового давления $q_p = 56 \text{ кгс/м}^2$ (III район по карте приложения Ж свода правил [3]), расчётная температура самых холодных суток минус 44°C , сейсмичность зоны строительства 7 баллов по карте ОСЗ-2₄₇₅ или 8 баллов по карте ОСЗ-2₂₄₇₅ согласно [1].

Рельеф земельного участка ровный, грунты II типа по сейсмическим свойствам.

Производственное здание отапливаемое.

Внутренняя среда помещения характеризуется нормальной влажностью воздуха и отсутствием агрессивных газов. В соответствии с нормами проектирования [4] эти условия являются неагрессивными для железобетонных и каменных конструкций.

С наружной стороны панельные и кирпичные стены подвергаются воздействиям атмосферной влаги и переменных температур, что может приводить к поверхностным разрушениям железобетонных и каменных конструкций.

Методика обследования технического состояния строительных конструкций производилось в соответствии с указаниями сводов правил [5, 6], и включала визуальный осмотр, оценку характера, мест расположения и размеров повреждений. В необходимых случаях составлялась ведомость дефектов с указанием их месторасположения и рекомендаций по устранению.

При визуальном обследовании использовались измерительные инструменты (для измерения геометрических размеров конструкций и их сечений), отвесы (для измерения отклонений от вертикали). Прочность бетона определялась неразрушающим методом с использованием измерителя прочности ИПС-МГ 4.03 по ГОСТ 22690.

На основании результатов обследования было установлено, что при основном сочетании нагрузок, исключающих сейсмическую, техническое состояние несущих железобетонных конструкций, включая колонны, балки и плиты покрытия соответствует категории II по таблице Ж.2 приложения Ж свода правил [5] и является работоспособным. Исключение составляет колонна К13, имеющая трещины в нижнем сечении; её техническое состояние оценивается как ограниченно работоспособное. Эта колонна требует усиления.

Оценка сейсмобезопасности здания в соответствии с [1] проводится в два этапа. На первом оценивается соответствие конструктивным требованиям. На втором этапе делается расчетно-аналитическая проверка, заключающаяся в сборе нагрузок для особого сочетания и проверке несущей способности с учетом сейсмической нагрузки.

Производственное здание расположено в зоне, сейсмичность которой при уточнении карт сейсмического зонирования была повышена до 7 и 8 баллов. По этой причине в его конструкциях антисейсмические мероприятия предусмотрены не были.

К факторам, усугубляющим опасность сейсмического воздействия на здание, относятся несоответствия конструктивного решения ограничениям и рекомендациям, изложенным в своде правил [1]:

- в кирпичных участках стен отсутствуют антисейсмические обвязочные пояса;
- при выполнении кирпичной кладки применена шестирядная система перевязки, а допускается четырехрядная;
- стеновые панели и кирпичные стены должны быть смонтированы с зазором по отношению к колоннам, и должны крепиться к ним гибкими связями, допускающими смещение колонн вдоль стены;
- кирпичные вставки и кирпичная перегородка по оси 4 выполнены без армирования сетками;
- перемычки над проёмами ворот имеют недостаточную длину площадок опирания из-за недопустимо малой (420 мм) ширины кирпичных простенков.

При землетрясении могут получить повреждения кирпичные участки стен здания и кирпичная перегородка по оси 4. В соответствии с действующей в Казахстане сейсмической шкалой MSK-64(K) [7] повреждения каменных стен при землетрясении интенсивностью 7 баллов могут соответствовать второй

степени (сквозные трещины в отдельных (до 5% от общего количества) конструктивных элементах, главным образом простенках).

Это должно быть учтено в процессе эксплуатации здания. Персонал должен быть предупрежден о наиболее опасных во время землетрясения местах (участки вблизи стен здания снаружи).

Следовательно, производственное здание является потенциально сейсмоопасным.

Для обеспечения сейсmobезопасности здания необходимо выполнить расчетно-аналитическую проверку – его расчет на особое сочетание нагрузок и устранить конструктивные недостатки, не соответствующие обязательным требованиям свода правил [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП РК 2.03-30-2017*. Строительство в сейсмических зонах / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2018. – 111 с.

2. РДС РК 1.04-26-2020. Реконструкция, капитальный и текущий ремонт гражданских и производственных зданий и сооружений / Агентство РК по делам строительства и ЖКХ. Астана, 2020. – 107 с.

3. НТП РК 01-01-3.1 (4.1)-2017. Нагрузки и воздействия на здания. Часть 1.3. Снеговые нагрузки (к СП РК EN 1991-1-3: 2003/2011). Часть 1.4. Ветровые воздействия (к СП РК EN 1991-1-4: 2003/2011 / Комитет по делам строительства и жил. – ком. хозяйства Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 181 с.

4. СНиП РК 2.01-101-2013. Защита строительных конструкций от коррозии / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан, - Астана, 2015. – 76 с.

5. СП РК 1.04-101-2012. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015.

6. СП РК 1.04-110-2017. Обследование, оценка технического состояния и сейсмоусиление зданий и сооружений / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 49 с.

7. СН РК 2.03-28-2004. Шкала для оценки интенсивности землетрясений MSK-64(К). Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и торговли РК, Алматы, 2004. – 16 с.

УДК 004.8:628

Кулик Д.В. (22-ВР-1, ВКТУ), Еремеева Ю.Н. (к.т.н., ВКТУ),
Колпакова В.П. (д.т.н., ВКТУ)ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Аннотация. В данной статье дано понятие об искусственном интеллекте (ИИ). Представлены этапы развития и зарождения искусственного интеллекта, его история с начала 1910 года по 2023 год. Представлены учёные, участвующие в зарождении и развитии ИИ. Рассмотрены области применения искусственного интеллекта в водных ресурсах, а также в водопользовании. Представлена информация о применении технологий искусственного интеллекта в разных странах, какими компаниями были введены технологии ИИ и в чём они заключаются. Приведены перспективы внедрения искусственного интеллекта в системах водопользования в Республике Казахстан.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, окружающая среда, технологии ИИ, системы водоснабжения, водоотведения, машинное обучение.

Искусственный интеллект (ИИ) – это технология с человекоподобными возможностями решения задач [1]. Это исследования в области компьютерных наук, которая разрабатывает и изучает методы и программное обеспечение, позволяющие машинам воспринимать окружающую среду и использовать обучение для выполнения поставленных целей. ИИ включает в себя ряд технологий, в том числе машинное обучение, нейронные сети и аналитику данных, которые позволяют компьютерам выполнять задачи, обычно требующие человеческого интеллекта [2].

История зарождения и развития искусственного интеллекта [3] представленная в таблице 1.

Таблица 1- История зарождения и развития искусственного интеллекта

Этапы развития	Даты	Ученые	Вклад
Этап начала зарождения	1910-1913 года	Бертран Рассел и А. Н. Уайтхед	Выход в свет их работы «Принципы математики» ознаменовал революцию в формальной логике.
	1941 год	Конрад Цузе	Создал первый функционирующий компьютер, управляемый программой.
	1943 год	Уоррен Маккалок и Уолтер Питтс	Заложили основы нейронных сетей, своей работой A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity.

Этап изучения	1943 год	У. Мак-Каллок и У. Питтс	Предложили понятие искусственной нейронной сети в своей статье «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности». Ими была предложена модель искусственного нейрона.
	1949 год	Д. Хебб	В работе «Организация поведения» описал основные принципы обучения нейронов.
	несколько лет спустя	Американский нейрофизиолог Фрэнк Розенблатт	Разработал схему устройства, имитирующего человеческое восприятие, и назвал её «перцептрон».
		Советский ученый Д. А. Поспелов	Его научные интересы связаны с моделированием поведения человека, формализацией рассуждений, общими проблемами моделирования жизненных процессов в естественных и искусственных системах. Им был впервые в мире разработан подход к принятию решений, опирающийся на семиотические (логико-лингвистические) модели, который послужил теоретической основой ситуационного управления большими системами.
Текущие периоды	2016-2017 года		Начался период стремительного беспрецедентного развития в области искусственного интеллекта
	2022 год		Были усовершенствованы большие языковые модели. Преобразования текста в изображения достигли впечатляющего прогресса. Программное обеспечение стало способно эффективно воспроизводить человеческую речь.
	В конце 2022 и 2023 годов		Появились десятки новых веб-сайтов и чат-ботов с искусственным интеллектом.

На рисунке 1 представлена схема области применения ИИ в водопользовании.

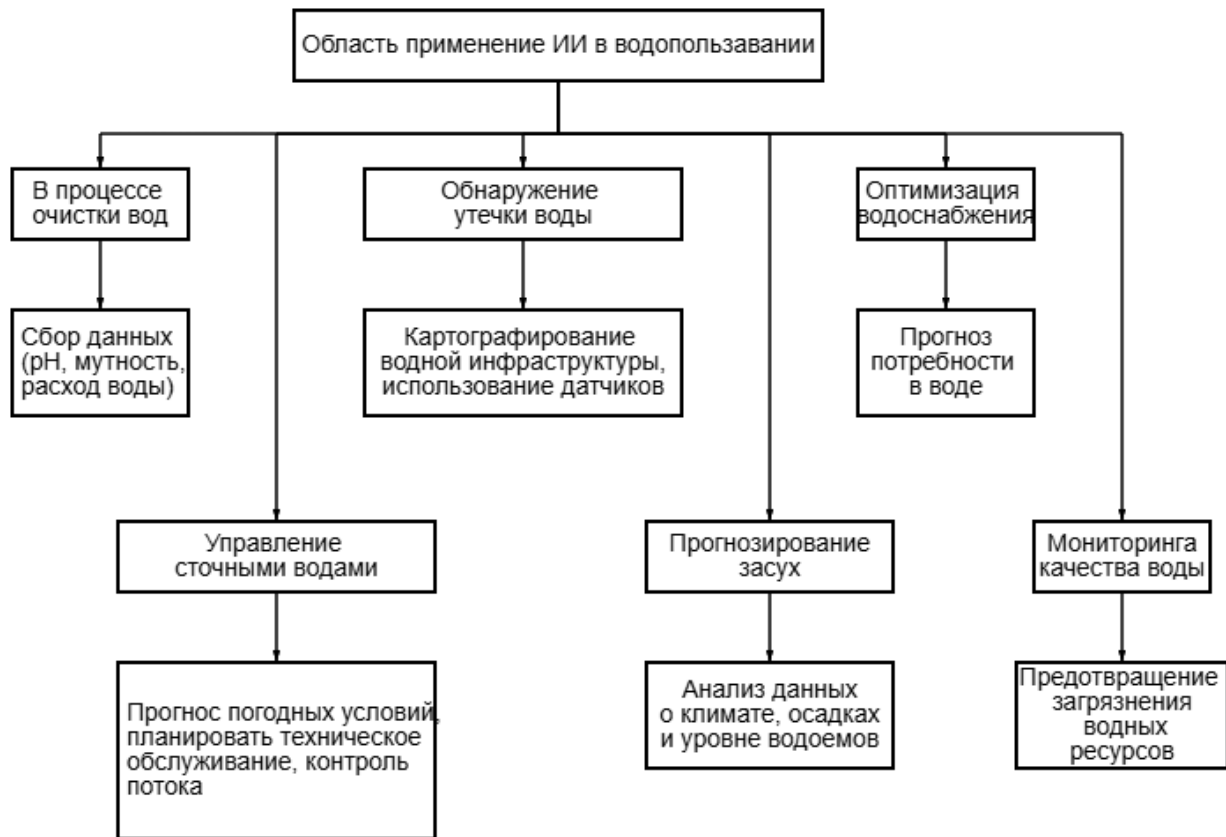


Рисунок 1 - Область применения ИИ в водопользовании

В таблице 2 представлено применение искусственного интеллекта в водопользовании.

Таблица 2 - Применение искусственного интеллекта в водопользовании

Страна	Компания	ИИ в водопользовании
Испания	Испанская мультинациональная компания Acciona	Запустила проект PRISTINE на пилотной установке по очистке воды. Благодаря этому проекту, ряд виртуальных датчиков в режиме реального времени собирают данные, такие как расход воды, рН и мутность, а система ИИ оценивает концентрации загрязняющих веществ в режиме реального времени, что ранее было возможно только в лабораториях и, конечно, не в реальном времени. Таким образом, система, реализованная в рамках проекта PRISTINE, автоматически корректирует процесс очистки воды для соблюдения нормативов [4].

Великобритания	Британская компания по водоснабжению Severn Trent	Преобразовала управление сточными водами с помощью «пилотного проекта, использующего ИИ», чтобы «прогнозировать погодные условия, планировать техническое обслуживание и контролировать поток сбросов». По словам директора по интеллекту и инновациям Severn Trent, Rich Walwyn, «когда мы знаем, что ожидаются сильные дожди, сеть автоматически оптимизирует свою емкость хранения и перенаправляет поток от переполнений и проблемных точек, что снижает риск наводнений и загрязнения» [4].
США	Компания Oldcastle Infrastructure сотрудничала с британской компанией FIDO Tech Ltd.	Технология ИИ, названная Hydro-Logic CivilSense. Благодаря этой системе ИИ можно обнаруживать утечки в сети распределения воды. Решение, предлагаемое Oldcastle Infrastructure, заключается в картографировании водной инфраструктуры, установке датчиков в стратегических местах и сборе их параметров. Затем инструмент ИИ анализирует данные и способен предсказывать и обнаруживать утечки в сети с точностью 93% [4].
Средняя Азия		В странах Центральной Азии, где проблема дефицита воды является особенно острой, применяется система ИИ для прогнозирования засух. Алгоритмы машинного обучения анализируют данные о климате, осадках и уровне водоемов, позволяя заранее готовиться к водному дефициту [5].
Россия (Москва)		В Москве внедрены системы ИИ, которые помогают оптимизировать водоснабжение и водоотведение, прогнозируя потребности в воде для различных районов города в зависимости от времени года и особенностей потребления [5].
Индия		Использование умных ирригационных систем в Индии, где ИИ анализирует данные о влажности почвы и управляет подачей воды [6].

Нидерланды		В Нидерландах разработаны системы, использующие ИИ для управления дренажными системами, что позволяет эффективно бороться с затоплениями [6].
Казахстан		В Казахстане внедрены системы на основе ИИ для мониторинга качества воды в реальном времени, что позволяет оперативно реагировать на изменения в водоемах и предотвращать загрязнение водных ресурсов [5].

Перспективы использования ИИ в Казахстане. Увеличения площади орошаемых земель до 2,5 млн гектаров с помощью улучшения системы водоснабжения, а именно, сокращению потерь воды при транспортировке с нынешних 50% до 25%, используя ИИ. Таким образом, объем доступных водных ресурсов увеличится на 2,4 кубических километра.

Создание ирригационных систем, а также приобретение оборудования для капельного и дождевального орошения с использованием искусственного интеллекта, для рационального использования воды на полив.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://aws.amazon.com/ru/what-is/artificial-intelligence/>
2. https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Искусственный_интеллект
3. https://ru.m.wikipedia.org/wiki/История_искусственного_интеллекта
4. <https://amusementlogic.ru/2025/02/13/iskusstvennyj-intellekt-v-effektivnom-upravlenii-vodnymi-resursami/>
5. Павлов Д. А. Перспективы применения искусственного интеллекта в управлении водными ресурсами // Научный журнал. Наука и мировоззрение.-2024.-3 с.
6. Мырадов Г., Бабамырадова Г., Гылыджова Л., Халлыева А. Внедрение искусственного интеллекта в гидромелиоративных работах // Международный научный журнал «Символ науки».-2024.- С. 131-132.

УДК 691

Мещанинов Д.Д. (24-МСС-1, ВКТУ)

НЕСЪЕМНАЯ СТАЛЕФИБРОБЕТОННАЯ ОПАЛУБКА КАК НЕСУЩИЙ ЭЛЕМЕНТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. В статье показаны перспективы применения сборно-монолитного метода строительства с использованием армоблоков с несъемной несущей сталефибробетонной опалубкой. Приведены результаты экспериментов, показывающие возможность совместной работы сталефибробетонной опалубки с уложенным в нее бетоном.

Ключевые слова: сталефибробетон, несъемная опалубка, армоблок, сборномонолитный метод, адгезия.

Сталефибробетон - бетон, армированный дисперсными металлическими волокнами диаметром 0,1-0,5 мм и длиной от 1 до 5 см (фибрами). Он обладает повышенной трещиностойкостью, прочностью на растяжение, ударной вязкостью, сопротивлением истираемости. Изделия из этого бетона можно изготавливать без традиционного стержневого армирования, что упрощает технологию изготовления и снижает трудоемкость.

Сталефибробетон, применяется в дорожном строительстве, устройстве посадочно-взлетных полос, монолитных полов, тротуаров, в качестве высокопрочного покрытия. Очень часто такой бетон используют при возведении каркасов зданий и строительстве монолитных бетонных сооружений.

Перспективным решением поставленной задачи является применение сборно-монолитного метода строительства, основанного на использовании армоопалубочных блоков, состоящих из арматурного каркаса с жестко прикрепленными листами несъемной сталефибробетонной опалубки.

Высокое качество несущих железобетонных элементов, достаточная плотность стыков обеспечивается тем, что армоопалубочные блоки изготавливаются в цехах и монтируются в проектное положение на строительной площадке с последующей укладкой монолитного бетона. Сталефибробетонная опалубка, будучи несъемной, включается в совместную работу с несущим железобетонным элементом, что позволяет сократить процент стержневого армирования, и за счет этого улучшить качество укладки монолитного бетона.

Эффективность сборно-монолитного метода строительства на основе несъемной сталефибробетонной опалубки. Эффективность применения технологии возведения строительных конструкций определяется, в основном, двумя параметрами – затратами на материалы и трудозатратами на изготовление и монтаж на объекте строительства. Для сравнительного анализа были взяты данные расчета трудоемкости и материалоемкости при сборно-монолитной и монолитной технологии возведения зданий. Для примера рассмотрено сооружение фрагмента помещения прямоугольной формы,

размером в плане 6х3 и высотой 3,9 м. В этом случае сталефибробетонная опалубка представляет собой листы из высокопрочного сталефибробетонной толщиной 30 мм, в которую при изготовлении устанавливают все предусмотренные проектом закладные детали, проходки, обрамления дверей и прочее [1, с. 45–48].

Результаты исследований показали, что сталефибробетон обладает высокими механическими характеристиками, которые определяются бетонной матрицей и типом применяемой стальной фибры. Из условия обеспечения заделки волокон фибры в бетонной матрице – прочность сталефибробетона на сжатие должна находиться в пределах от 60 до 120 МПа.

Прочность сталефибробетона на осевое растяжение, в зависимости от вида фибры и процента армирования, находится в диапазоне от 40 до 70 МПа, а прочность на растяжение при изгибе – от 7 до 25 МПа. Модули упругости сталефибробетона могут изменяться от 30 до 60 ГПа, т. е. достигать значений, свойственных металлам.

Помимо высоких механических характеристик сталефибробетон обладает высокими эксплуатационными характеристиками, которые имеют особое значение в условиях Севера. Они, в первую очередь, определяются низкой пористостью сталефибробетона, изготовленного на основе матрицы из самоуплотняющегося цементнопесчаного раствора: не более 2,6 % при диаметре пор от 0,05 до 0,2 мм. Это обеспечивает водонепроницаемость сталефибробетона не ниже марки W20, морозостойкость не менее марки F1000 и коэффициент истираемости до 0,45.

Одним из перспективных направлений использования сталефибробетона является изготовление из него несъемной опалубки в виде листов толщиной 15...30 мм, которые жестко прикрепляют к армокаркасу, образуя армоопалубочный блок (стены или перекрытия). Технология изготовления листов сталефибробетонной опалубки существенно не отличается от технологии изготовления железобетонных изделий, не требуя при этом применения дорогостоящих стальных форм.

Сталефибробетон может найти применение и при строительстве судов, и возведении подводных обитаемых сооружений, например, для бурения подо льдом. Несъемная сталефибробетонная опалубка может выполнять не только свою основную функцию, но и функцию стержневой арматуры. Для этого должен быть обеспечен надежный контакт сталефибробетона несъемной опалубки с укладываемым в армоблок монолитным бетоном, т. е. прочность их сцепления должна быть выше прочности сталефибробетона на растяжение.

Для оценки выполнения этого условия была выполнена серия экспериментов, в которых определялась прочность контакта «сталефибробетон–бетон» при различных видах напряженного состояния, а именно: при растяжении по нормали к поверхности контакта «бетон–сталефибробетон», срезе вдоль поверхностей контакта, сдвиге при сжатии, когда по поверхности контакта действуют наибольшие сдвигающие усилия

изгибе, когда наибольшие растягивающие напряжения действуют в приопорной зоне балке.

По данному критерию выделим следующие варианты, которые существенно отличаются по технологии возведения и рабочим характеристикам:

- Плоские армированные панели.
- Каркасные системы:
- литые блоки из пенополистирола;
- сборные блоки из различных листовых материалов.

Несъёмная система, выполненная в виде каркаса, представляет собой два контура опалубки, внутрь которой закладывается стальное армирование и заливается бетон. Стена в разрезе имеет структуру «опалубка-железобетон-опалубка».

Данные конструкции имеют вид блоков, которые разводятся вертикальными швами в шахматном порядке и опираются друг на друга во время выставления (без применения клеев и растворов). В некоторых случаях элементы опалубки разных рядов и по торцам могут соединяться посредством замков - пазов или выбранных четвертей, что существенно облегчает монтаж и исключает вытекание массы. Блоки бывают цельные литые или разборные.

Литая несъёмная опалубка в народе называется «термоблоком». Здесь всё изготовлено из газонаполненного пенополистирола или его производных (плотность от 25 до 40 кг/м³), причём оба листа уже на стадии изготовления соединяются жёсткими перемычками из того же материала. Габариты литых блоков у разных производителей могут отличаться, но в среднем это порядка 1000х250х250 мм (вес около 1 кг). Толщина утеплителя находится в районе 5 сантиметров, толщина бетона - 150 мм (около 0,13 куба на метр квадратный стены). Интересно, что бетонировать можно не более 3 рядов, в идеале - два с половиной, чтобы шов располагался в середине блоков. Вибраторы применяются маломощные, часто уплотнение бетонной массы производится штыкованием.

Внутри помещения образуется слой из пенопласта, который нужно защищать от повреждений (клеить ГКЛ, собирать каркасы и монтировать облицовки).

У ценителей экологичных материалов возникают опасения касательно эмиссии вредных веществ. Непредсказуемо ведёт себя точка росы внутри наружной стены. Из-за наличия утеплителя с внутренней стороны мы не можем должным образом прогреть бетонный сердечник. Поэтому при минусовой «забортной» температуре точка росы находится где-то в массиве, возле пенопласта помещения (значит, если имеется избыточная влажность и плохое отопление, то могут выпадать конденсаты [2, с. 6-9]).

Так как блоки готовые и довольно объёмные, бывает сложно организовать их доставку и хранение.

Сборные блоки представляют собой два листа из различных материалов (арболит, пенопласт, гипс, цемент и т.д.), которые перед установкой в

проектное положение собираются в объёмную пространственную конструкцию с помощью специальных комплектующих. Дистанция выдерживается посредством использования нескольких распорок, выполненных из полимеров, (чтобы не образовывалось мостиков холода). Распорки могут также и стягивать панели, но иногда для этих целей применяют съёмные стяжки, сделанные в том числе из металла.

По сравнению с литыми системами пирог стены может содержать более трёх слоёв, причём в любой комбинации материалов. Допустим, часто используют две жёсткие листовые облицовки, а возле наружного листа вкладывают пенополистирол в качестве утеплителя. Стена в разрезе выглядит так: «наружный жёсткий лист-пенопласт-железобетон-внутренний жёсткий лист».

Главное достоинство разборного блока заключается в возможности изменять ширину его внутренней полости, например, чтобы использовать более толстый утеплитель. Необходимо только заказать другой размер стяжек/распорок.

На основании технико-экономического расчета показано, что применение сборно-монолитной технологии строительства на основе несъемной сталефибробетонной опалубки позволяет:

1. Сократить трудоемкость работ на строительной площадке на 79% и на 85% при армоопалубочных блоках с петлевыми и со сварными стыками соответственно.

2. Сократить расходы на материалы на 4% по сравнению с монолитной технологией.

3. Расход стали снижается на 7–20%, а бетона – до 15% по сравнению с конструкциями из сборного железобетона.

4. Форма помещения может принимать другие очертания по сравнению с крупнопанельным домостроением.

5. Сталефибробетонная опалубка, будучи несъемной, включается в совместную работу с несущим железобетонным элементом, что позволяет сократить процент стержневого армирования.

Центральная идея несъемной опалубки заключается в том, чтобы объединить несколько технологических операций. В данном случае за единый технологический цикл мы получаем несущую стену (кстати, и не только стену) из армированного металлом бетона с повышенными теплоизоляционными характеристиками.

Иными словами, не нужно будет отдельно заниматься утеплением фундамента, фасада, перекрытия, кровли. А это дополнительные материалы: дюбели, клеи, кронштейны и т. д. И немалые трудозатраты: очистка поверхностей, сборка/разборка подмостей и лесов, выставление и фиксация утеплителей. Кто занимался утеплением своего дома, знает, насколько непростое это дело.

В некоторых системах, если используются не литые блоки, а плиты, опалубка выполняет функцию крайнего декоративного покрытия, например,

цементные плиты могут иметь фактуру и цвет природного камня, кирпича, древесины. Внутри помещения плиты несъёмной опалубки, выполненные на основе гипса и растительных волокон, при незначительной доработке выступают отличной основой для отделки — не нужно клеить гипсокартон, или, допустим, можно отказаться от сборки каркасов для вагонки [3, с. 10-12].

Важно ещё и то, что упраздняется операция распалубки. Обычные многоразовые щиты бывает сложно снять, так, например, при заливке фундамента их часто зажимает в траншее, а в этом случае мы можем даже умышленно засыпать откосы грунтом, чтобы стабилизировать конструкцию. Кроме того, неопытные строители часто не соблюдают сроки созревания бетона до набора минимальной прочности и повреждают монолиты при распалубке.

Более упрощённо выглядит уход за бетоном (кроме технологии «сота»), так как бетон на весь период набора прочности заключён в кокон, не позволяющий влаге слишком быстро испаряться. Другой момент - при граничных пониженных температурах можно не укрывать свежий монолит утеплителями (несъёмная опалубка, как правило, по умолчанию обладает высокими теплоизоляционными характеристиками), не вводить специальные химические добавки и не организовывать его принудительный прогрев.

Нужно отметить, что несъёмная опалубка серьёзно упрощает процесс прокладки инженерных коммуникаций. Этот плюс в принципе свойственен монолитной технологии, но тут есть возможность после заливки конструкций выжигать (феном или раскалённой петлёй) в пенополистироле аккуратные штробы.

Также можно развести каналы и трубы внутри опалубки до заливки бетона, чётко выставляя вывода относительно получаемых плоскостей. Конечно, эта работа несколько снижает темпы возведения конструкций и требует разработки чёткого проекта для всех систем здания, но это потраченное время окупится сторицей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берг О. Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. М.: Госстройиздат, 1962. 98 с.
2. Дорф В. А., Красновский Р. О., Капустин Д. Е., Горбунов Е. А. Влияние характеристик фибры на кубиковую и призмную прочность сталефибробетона с цементно-песчаной матрицей // Бетон и железобетон. 2013. № 6. С. 6–9.
3. Дорф В. А., Красновский Р. О., Капустин Д. Е., Рогачев К. В. Перспективы развития одного из направлений сборно-монолитного строительства при возведении жилых и общественных зданий // Архитектура и строительство России. 2013. № 12. С. 10–15

УДК 69

Муканов Е. (24-МСС-1, ВКТУ), Кропачев П.А. (ассоциированный профессор КарТУ им. А.Сагинова)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

***Аннотация.** В статье подчеркивается необходимость проведения технической экспертизы объектов незавершенного строительства. Приведены основные причины, требующие технического обследования объектов незавершенного строительства. Приведен перечень основных мероприятий по устранению дефектов и повреждений конструкций при возобновлении строительных работ на объектах незавершенного строительства. Техосмотр-единственный возможный способ определить будущую судьбу некогда "замороженных" объектов. [1]*

***Ключевые слова:** объект незавершенного строительства, техническое состояние, методика обследования, исследования, перерыв в строительстве.*

Актуальность данной темы зависит от нескольких факторов:

Экономическая значимость: объекты незавершенного строительства являются важным экономическим ресурсом.

Нормативно-правовая база: недостаточное развитие нормативно-правовой базы в данной сфере затрудняет проведение объективной оценки.

Социальные аспекты: незавершенное строительство часто вызывает социальные конфликты. Разработка эффективного метода оценки помогает регулировать такие ситуации.

Понятия, связанные с техническим обследованием зданий и сооружений, имеют различные толкования в литературных источниках и обозначаются разными терминами. Под понятием "исследование" понимают процесс контроля, тестирования, анализа и оценки: характер и объем разрушений в поставарийных условиях; возможности восстановления, реконструкции, модернизации, расширения объектов; возможные стратегии научно-технической модернизации; уровень загрязнения производства; степень агрессивности загрязнения возможность утилизации отходов и др.

Выделяют три вида задач определения технического состояния объектов.

Первый вид-задачи определения технического состояния, в котором в настоящее время находится объект. Это задача диагностики. Задача второго типа-прогнозирование технического состояния объекта в будущем времени. Это задача прогнозирования. К третьему типу относятся задачи определения технического состояния, это ситуация, в которой объект находился в определенный момент времени. Это задачи генеза. Задачи первого типа относятся к технической, диагностической, второго-к технической прогностической, третьего-к технической генетике.

Техническое обследование-процесс, включающий контроль, испытания, анализ и оценку конструкций зданий и сооружений с целью

определения эксплуатационного качества конструкций, целесообразности ремонта и реконструкции зданий и сооружений, выявления причин аварий, прогнозирования поведения конструкций в будущем.

Техническая диагностика-процесс определения технического состояния строительных конструкций. Одной из основных задач диагностики является выявление дефектов конструкций, выявление причин их возникновения и выявление влияния дефектов на качество работы конструкций.

Техническая генетика-определение на основе диагностики технического состояния, которое раньше было зданием или сооружением. [3]

Методы технического обследования зданий и сооружений

При обследовании используются наглядные и наглядно-инструментальные методы. В случае визуального осмотра используются простые инструменты: рулетки, лески, ярусы, молотки, скапели, дрели. Бинобль полезен при изучении высотных зданий. Для визуального инструментального осмотра, кроме простых приборов и приборов, используются нивелиры, теодолиты, оборудование для рытья скважин, приборы и устройства для деструктивных методов контроля материалов и др. В случае детального исследования наряду с визуальным исследованием обязательно использование наглядно-инструментальных методов. Поскольку одной из основных целей технического осмотра является выявление дефектов строительных конструкций и выявление причин их возникновения, лица, проводящие обследование, должны быть хорошо знакомы с возможными дефектами исследуемых конструкций. Существует очень обширная литература, посвященная описанию дефектов строительных конструкций и причин их возникновения, а также оценке влияния дефектов на эксплуатационные свойства конструкций. Визуальные методы технического осмотра основой визуального осмотра является осмотр здания или сооружения и отдельных конструкций с использованием простых средств, не требующих специальных знаний для работы с ними.

При визуальном осмотре выявляются видимые дефекты, составляются размеры, эскизы и фотографии дефектных мест, выявляются места детального обследования с помощью диагностических средств. Визуальный осмотр, проводимый квалифицированными специалистами, позволяет получить значительную информацию о состоянии сооружений и сооружений. Основными инструментами визуального осмотра являются: измерительные ленты, рулетки, линейки, суппорты, линейки, уровни, градуированные лупы и измерительные микроскопы для обнаружения и измерения трещин, камеры вспышки, бинокли, сверла, перфораторы, молотки, топоры.

1.1 визуальный осмотр территории, прилегающей к исследуемому зданию или сооружению

1.2 визуальное исследование фундаментов зданий и сооружений

1.3 визуальное исследование кирпичных стен и опор жилых, общественных и промышленных зданий.

2. наглядно-инструментальные методы технического обследования

При наглядно-инструментальных проверках наряду с описанными выше методами визуального осмотра используются различные приборы, требующие специальных знаний по работе с ними. Простые устройства используются при предварительных или общих и подробных проверках, сложные устройства обычно используются при подробных проверках.

При наглядно-инструментальных исследованиях используются: инженерно - геологические методы - для определения свойств почвенного основания; геодезические методы - для получения данных о пространственном положении конструкций и их геометрических размерах; разрушающие и неразрушающие методы-для определения физико-механических свойств строительных материалов.

2.1 инженерно-геологические методы исследования;

2.2 методы геодезических исследований;

2.3 методы исследования строительных конструкций, связанные с нарушением их целостности;

2.4 неразрушающие методы проверки конструкции;

Неразрушающие методы проверки конструкции включают те, которые не нарушают целостность элементов конструкции или приводят к незначительному локальному повреждению поверхности конструкции, что не снижает ее несущую способность. Методы неразрушающего исследования конструкций получили наибольшее развитие для определения механических свойств бетона.

Неразрушающие методы испытаний бетона в строительных конструкциях делятся на механические и физические, хотя такого деления недостаточно, поскольку механика-это раздел физики.

[4, с.496]

Обследование объектов незавершенного строительства

В связи с бурным развитием строительной отрасли в последние годы инвесторы не оставили без внимания и объекты незавершенного строительства (длительного строительства), замороженные в период спада индустриального строительства. Однако в то время необходимое сохранение объектов во время приостановки строительства, как правило, не выполнялось. Многолетнее экологическое воздействие на конструктивные элементы здания или сооружения не оставляет следов. В этом случае негативную роль играет ряд факторов: природных-например, осадки, перепады температур и др. п., техногенные-например, динамические нагрузки движения рельсового транспорта (близлежащие линии метро, трамвайные, железнодорожные пути и др.). Кроме того, за это время может измениться геологическое и гидрогеологическое состояние строящегося участка.

Учитывая это, даже на этапе планирования возобновления строительства необходимо провести осмотр существующего здания или сооружения, определить текущее техническое состояние конструктивных элементов, при необходимости рассмотреть мероприятия по восстановлению или укреплению конструкций и сделать прогноз о возможности дальнейшей

эксплуатации здания или сооружения (иногда продолжение строительства таких объектов экономически возможно не).

Подробный инженерно - технический осмотр незавершенного здания (сооружения) дает ответ на вопрос о возможности его завершения и дальнейшей безопасной эксплуатации.

Определение технического состояния конструкционных материалов здания (сооружения), несущих и ограждающих конструкций в результате исследования поможет принять единственно верное и абсолютно правильное решение о будущей судьбе объекта.

Анализируя техническое состояние указанных объектов, следует отметить, что все они снизили показатели прочности и характеристики в связи с отсутствием работ по консервации объекта.

Основные проблемы, возникающие при возобновлении работ на объектах незавершенного строительства:

1) Изменение свойств грунтов основания при периодическом воздействии дождевых и талых вод, промерзании грунтов и возникновение в связи с этим больших неравномерных деформаций фундаментов и надземных частей зданий и сооружений.

Данный вид повреждения является наиболее опасным, так как часто приводит к аварийному состоянию несущих конструкций. Дождевые и талые воды повышают влажность грунтов основания. Несущая способность основания фундамента при этом снижается. Изменение механических свойств в результате воздействия дождевых и талых вод и замораживания пучинистых грунтов приводит к большим неравномерным осадкам фундаментов и деформации надземных конструкций. Эти деформации растут с каждым циклом замораживания и оттаивания грунтов основания и после нескольких лет перерыва в строительных работах могут привести его в полную негодность.

2) Изменение свойств строительных материалов и прочности конструкции.

Материалы строительных конструкций в недостроенном здании испытывают воздействия внешней среды (атмосферные осадки, сезонные колебания температуры). Под действием внешней среды в бетоне происходит коррозия, в результате которой происходит растворение и вымывание составных частей цементного камня, вступление химически насыщенных вод в реакцию с составляющими цементного камня, накопление в капиллярах бетона малорастворимых солей, кристаллизация которых вызывает значительные напряжения и приводит к разрушению структуры бетона. Кроме коррозии бетона в железобетонных конструкциях происходит коррозия стальной арматуры. При этом уменьшается ее расчетное сечение и нарушается сцепление с бетоном. Продукты коррозии увеличивают объем арматуры, что вызывает разрушение защитного слоя бетона. Всё это приводит к снижению несущей способности (прочности) железобетонной конструкции.

3) Отсутствие части или всей проектной документации на недостроенный объект.

4) Возможное изменение назначения объекта после перерыва в строительстве.

Для решения выше перечисленных проблем необходимо проведение детального обследования ранее возведенных конструкций с целью выявления и оценки повреждений, полученных в результате перерыва в их постройке. [5, с. 22-33.], [6]

Заключение

Оценка незавершенных объектов строительства - это многогранный процесс, требующий тщательного анализа и учета множества факторов. Выбор подходящего метода оценки зависит от конкретной ситуации, типа объекта и доступной информации.

Ключевые моменты, которые следует учитывать:

- * Комплексный подход:

- * Необходимо учитывать не только физическое состояние объекта, но и его юридический статус, рыночную ситуацию и потенциальную доходность.

- * Профессиональная оценка:

- * Для получения точной и объективной оценки рекомендуется обращаться к квалифицированным оценщикам, имеющим опыт работы с незавершенными объектами.

- * Тщательный анализ:

- * Важно провести детальный анализ проектной документации, технических характеристик объекта и понесенных затрат.

- * Учет рисков:

- * Необходимо учитывать риски, связанные с завершением строительства, изменением рыночной ситуации и другими факторами.

Цели оценки НЗС:

- * Определение рыночной стоимости объекта.

- * Принятие решений о дальнейшей судьбе объекта (завершение строительства, продажа, консервация).

- * Привлечение инвестиций.

- * Оформление кредита под залог.

- * Совершение сделок купли-продажи.

Оценка НЗС играет важную роль в различных ситуациях, от сделок с недвижимостью до принятия управленческих решений. Правильно проведенная оценка позволяет получить объективную информацию о стоимости объекта и принять обоснованные решения. [2, Искусственный интеллект GEMINI 2.0]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://profiteck.ru/uslugi/stroitelno-tekhnicheskaya-ekspertiza/sudebnaya-stroitelno-tekhnicheskaya-ekspertiza-73-fz/>
2. Искусственный интеллект GEMINI 2.0
3. <https://developers.sber.ru/help/gigachat-api/ai-construction>].
<https://rlt.by/ocenka-imushchestva/blog/otsenka-nezavershennykh-stroitelstvom-obektov-slozhnosti-i-nyuansy-protssessa/> Оценка незавершенных строительством объектов: сложности и нюансы процесса.
4. Оценка недвижимости: учебник / под ред. А.Г. Грязновой, М.А. Федотовой. М.: Финансы и статистика, 2006 496 с.
5. Доможирова Н. Н. Специфика оценки объектов незавершенного строительства / Н. Н. Доможирова, А. В. Байковская // Вестник УГТУ–УПИ. Серия экономика и управление. — 2009. — № 3. — С. 22-33.
6. ВЕСТНИК ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ ДВФУ. 2018. № 4(37) 74
www.dvfu.ru/vestnikis СТРОИТЕЛЬСТВО. Строительные конструкции, здания и сооружения DOI.org/10.5281/zenodo.2008668 УДК 69.003.12 Д.В. Бирюков, Ю.А. Бирюков, А.П. Лебедкин

УДК 69.003.13

Мусин Э.Т. (24-МСС-1, ВКТУ), Кропачев П.А. (ассоциированный профессор КарТУ им. А.Сагинова), Рамиянова М.Е. (Магистр архитектуры Высший IT колледж ВКТУ)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО АУДИТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

***Аннотация.** Техничко-экономический аудит (ТЭА) производственных зданий и сооружений является важным инструментом для оценки состояния объектов недвижимости, повышения их эксплуатационной эффективности и сокращения эксплуатационных расходов. Статья посвящена разработке методики проведения технико-экономического аудита, которая включает в себя этапы анализа состояния конструктивных элементов, инженерных систем, эффективности эксплуатации и затрат на обслуживание. Рассмотрены основные методы и инструменты, используемые для проведения аудита, такие как визуальная оценка, приборные измерения и компьютерное моделирование. Также подробно анализируются этапы оценки экономической эффективности предложенных мероприятий, включая расчет стоимости работ и прогнозирование экономического эффекта. В статье приведены примеры применения методики аудита на примере реальных объектов. [2, с. 43]. Результаты технико-экономического аудита позволяют повысить безопасность эксплуатации, снизить затраты на эксплуатацию и продлить срок службы объектов.*

***Ключевые слова:** технико-экономический аудит, производственные здания, сооружения, оценка состояния, эксплуатационные расходы, инженерные системы, энергоэффективность, модернизация, реконструкция, методы оценки, экономическая эффективность, эксплуатация, анализ затрат.*

Современные промышленные предприятия сталкиваются с необходимостью постоянного контроля за состоянием своих объектов недвижимости. Роль технико-экономического аудита (ТЭА) для производственных объектов. Этот процесс необходим для оценки текущего состояния зданий и сооружений, их эксплуатационной эффективности, а также выявления потенциала для улучшений. Важно подчеркнуть значимость ТЭА в контексте современных требований по энергоэффективности, безопасности и соблюдению нормативов. ТЭА помогает минимизировать эксплуатационные расходы, повысить надежность зданий и продлить срок их службы.

Техничко-экономический аудит также играет важную роль в рамках стратегии устойчивого развития предприятия [1]. Это связано с текущими и будущими требованиями общества к экологической ответственности и социальной устойчивости бизнеса. Аудит позволяет не только снизить затраты, но и улучшить имидж компании, соответствуя стандартам энергоэффективности и экологической безопасности, которые становятся важными аспектами в конкурентной среде. Внедрение результатов ТЭА в производство способствует:

- Снижение углеродного следа — ТЭА помогает выявить источники ненужных выбросов углекислого газа и других загрязняющих веществ, что позволяет предприятию принимать меры по их сокращению.
- Соответствие экологическим стандартам — соблюдение экологических стандартов становится важной частью стратегического управления предприятием. ТЭА помогает оптимизировать использование ресурсов, включая воду и энергию, что способствует снижению воздействия на окружающую среду.
- Увеличение производственной гибкости — регулярное улучшение технического состояния объектов и систем на основе ТЭА позволяет предприятию более гибко адаптироваться к изменениям в рыночных условиях и технологии, снижая риски и увеличивая конкурентоспособность.

ТЭА играет ключевую роль в реализации стратегий модернизации и инновационного развития. Помимо оценок текущего состояния, технический и экономический анализ помогает принять обоснованные решения о внедрении новых технологий и оптимизации производственных процессов. Важными целями ТЭА являются:

1. Поддержание высокого уровня нормативной базы - ТЭА помогает убедиться, что здание и его системы соответствуют не только действующим нормативам безопасности, но и всем изменениям в законодательстве и строительных стандартах, что критически важно для промышленного объекта.
2. Оптимизация ресурсопотребления - с учётом растущих затрат на энергоресурсы и воды, проведение ТЭА помогает оптимизировать использование ресурсов и найти пути для более рационального потребления, что особенно важно в условиях экономии [25, с.5].
3. Прогнозирование будущих рисков - анализ износа конструкций и инженерных систем позволяет прогнозировать возможные риски и их последствия. Система предупреждения таких рисков способствует минимизации возможных аварий и снижению репутационных и финансовых потерь.

Задачам Технико-Экономического Аудита:

- Анализ соответствия функциональных требований. Одной из задач ТЭА является определение того, насколько объект соответствует требованиям современного производства, в том числе с точки зрения функциональности, планировки и распределения пространства.
- Оценка уровня инноваций и технологий. Важно не только оценить состояние существующих систем и конструкций, но и исследовать возможности для внедрения инновационных решений, таких как автоматизация процессов, использование "умных" технологий для мониторинга и управления, а также внедрение зеленых технологий.
- Оценка воздействия на здоровье работников. В процессе ТЭА также анализируются условия труда в здании и сооружении: освещенность, вентиляция, уровень шума и другие параметры, которые напрямую влияют на здоровье работников и производительность труда.

ТЭА помогает не только выявлять проблемы, но и предлагает конкретные пути их решения, включая:

- Планирование этапов модернизации и реконструкции. Основываясь на результатах аудита, разрабатывается поэтапный план работ, который может быть реализован без значительного снижения производственной мощности предприятия.
- Внедрение инновационных решений и автоматизации. Важным аспектом рекомендаций является использование новых технологий, таких как автоматизация инженерных систем (например, системы «умного» освещения, автоматический контроль за системой отопления) для повышения энергоэффективности и удобства эксплуатации.
- Учет жизненного цикла объекта. Для разработки эффективных рекомендаций по модернизации необходимо учитывать все стадии жизненного цикла объекта: от проектирования и строительства до эксплуатации и утилизации.

Перед проведением аудита необходимо собрать все возможные данные о здании. Это могут быть проектные документы, акты выполненных работ, отчеты о предыдущих проверках, а также информация о текущих затратах на эксплуатацию (энергетические расходы, затраты на ремонт и обслуживание).

Разработка плана аудита предполагает определение ключевых этапов и методов исследования. Этот этап включает в себя визуальную проверку и измерения, чтобы определить степень износа конструкций. Особое внимание уделяется проверке фундамента, стен, перекрытий, крыши, окон и дверей. На этом этапе используются не только визуальные методы, но и специальное оборудование для измерения прочности материалов [12, с. 10].

На одном из промышленных объектов был проведен ТЭА, в ходе которого выявлены значительные потери тепла через крышу и окна. Рекомендованы меры по утеплению, что позволило снизить расходы на отопление на 25%. Также выявлены неэффективные инженерные системы, что потребовало модернизации системы вентиляции, что сократило энергопотребление на 15%.

Важной частью аудита является расчет экономической эффективности предлагаемых решений. Рассчитывается срок окупаемости инвестиций в модернизацию, анализируются косвенные выгоды (например, повышение производительности за счет улучшенных условий труда).

Оценка инженерных систем предполагает проверку работы таких систем как отопление, вентиляция, водоснабжение, электроснабжение, системы пожарной безопасности и безопасности труда. Важно, чтобы системы соответствовали нормативным требованиям и были эффективны с точки зрения энергопотребления [7, с. 6].

Проводится анализ текущих эксплуатационных характеристик здания. Это включает оценку использования пространства, уровень комфортности и безопасности для работников, а также влияние на производственный процесс. Эффективность эксплуатации также включает оценку энергозатрат и расходов

на содержание здания.

Этот этап предполагает детальный расчет эксплуатационных расходов, таких как затраты на отопление, кондиционирование, освещение, обслуживание оборудования и ремонт. Важно выявить избыточные расходы и предложить способы их снижения.

Для проведения технико-экономического аудита применяются различные методы и инструменты:

- Для многих объектов можно применить визуальный осмотр, который поможет выявить поверхностные дефекты (трещины, деформации, коррозию).

- Применяются специальные приборы для измерений температурных и влажностных характеристик, а также для проверки прочности материалов.

- Современные технологии позволяют создавать 3D-модели зданий и сооружений для более точного анализа их состояния и оценки поведения конструкций в условиях эксплуатации.

- Методы анализа затрат, такие как расчет рентабельности ремонта и реконструкции, позволяют оценить, насколько оправдано вложение в те или иные изменения.

Оценка стоимости мероприятий по ремонту и модернизации требует составления смет и расчетов на основе текущих рыночных цен на материалы и услуги. Важно учитывать как прямые, так и косвенные расходы. Разработка смет на работы по ремонту или модернизации требует учета множества факторов, включая стоимость материалов, работы специалистов, а также сроки выполнения.

После расчета стоимости всех работ проводится прогнозирование экономического эффекта от проведения мероприятий, таких как снижение затрат на эксплуатацию и повышение производительности. Прогнозирование включает в себя расчет долгосрочной экономической выгоды от выполнения рекомендованных мероприятий. Это может включать сокращение эксплуатационных расходов, улучшение условий труда, а также увеличение срока службы зданий и сооружений. Этот этап помогает понять, насколько эффективно здание или сооружение использует свои ресурсы по сравнению с аналогичными объектами в той же отрасли.

В качестве примера можно рассмотреть случай проведения аудита на крупном промышленном предприятии или складском комплексе. В этом разделе описываются конкретные задачи, которые были решены в ходе аудита, а также результаты — например, экономия энергозатрат, улучшение безопасности или увеличение производительности за счет модернизации здания.

Технико-экономический аудит является важным инструментом для управления эксплуатацией производственных объектов. Регулярный аудит позволяет минимизировать риски, связанные с техническими неисправностями и эксплуатационными расходами. Необходимо отметить, что ТЭА — это не разовая мера, а регулярный процесс, который должен быть частью стратегического управления эксплуатацией объектов недвижимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимова, Н. А. (2020). *Технико-экономический аудит в строительстве: теория и практика*. Москва: Стройиздат.
2. Захарова, М. В. (2019). *Экономика и эффективность эксплуатации зданий и сооружений*. Санкт-Петербург: Научное издание.
3. Смирнов, В. И., и Кузнецова, О. А. (2021). *Оценка состояния инженерных систем зданий*. Новосибирск: Сибирское издательство.
4. Петров, А. Г. (2020). *Методы и технологии анализа эффективности зданий и сооружений*. Екатеринбург: Уральское издательство.
5. Малышев, В. Н. (2018). *Основы технико-экономического анализа в строительстве*. Техническое издательство.
6. Ковалев, В. В., & Тарасова, И. А. (2017). *Управление затратами на эксплуатацию зданий и сооружений*. Москва: Экономика.
7. Лобанов, Д. С. (2019). *Ремонт и реконструкция зданий: технико-экономический подход*. СПб: Питер.
8. Руденко, Е. В., и Шульгин, С. А. (2020). *Анализ эффективности использования ресурсов в строительстве и эксплуатации зданий*. Москва: Научный мир.
9. Чернявский, А. Н. (2018). *Эксплуатация и обслуживание промышленных объектов: основы теории и практики*. Киев: Строитель.
10. Седова, Н. В. (2021). *Технико-экономическая оценка зданий и сооружений в условиях их эксплуатации*. Москва: Гуманитарное издательство.

УДК 725.31

Мухаметжанов А.Е. (20-АРК-1т, ВКТУ), Иноземцева Т.А. (кандидат архитектуры, ВКТУ)

ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ХАБОВ

Аннотация. В статье исследуются концепции транспортных хабов с точки зрения их объемно-планировочной, функциональной и композиционной структуры. Анализируется их роль в развитии современной городской инфраструктуры и повышении транспортной доступности. Выделены ключевые этапы формирования хабов, а также факторы, влияющие на их проектирование и развитие. Представлены авторские объемно-планировочные модели транспортных хабов. Особое внимание уделено применению цифровых технологий и автоматизации в их организации.

Ключевые слова: многофункциональный, транспортный хаб, пересадочный узел, функциональная структура, ТПУ, терминал.

Одной из ключевых задач современного городского планирования становится поиск решений, направленных на оптимизацию транспортных потоков, снижение уровня выбросов парниковых газов и минимизацию транспортных заторов. В этом контексте важную роль играют транспортные хабы и многофункциональные транспортно-пересадочные узлы (ТПУ), которые становятся неотъемлемой частью городской инфраструктуры по всему миру. Эти структуры играют важную роль не только в улучшении транспортной доступности, но и в создании многофункциональных пространств, где пересекаются транспортные потоки, коммерция и общественные зоны. Композиционно-планировочные структуры таких узлов проектируются таким образом, чтобы сделать пересадки удобными и организовать комфортные зоны для пассажиров. Эти объекты совмещают различные виды транспорта — от железнодорожного и автобусного до велосипедного и автомобильного, что позволяет горожанам и гостям легко пересаживаться между разными маршрутами. Однако, такие узлы служат не только для пересадки пассажиров, но и выполняют другие важные функции, такие как обеспечение безопасности, удобства, а также снижение транспортных пробок за счет эффективной организации маршрутов.

В современной литературе, касающейся транспортных узлов (ТУ), можно встретить множество новых терминов, таких как транспортно-пересадочный узел (ТПУ), транспортно-коммуникационный узел (ТКУ), хаб, мультимодальный транспортный хаб (МТХ), интермодальный транспортно-пересадочный узел (ИТПУ), высоко урбанизированный многофункциональный узел городской среды (ВМУГС) и многие другие. Такое разнообразие понятий свидетельствует о сложной и динамично развивающейся природе этих объектов. Это, в первую очередь, указывает на то, что транспортные узлы постоянно подвергаются изменениям и трансформациям под воздействием самых разных факторов:

демографических, экономических, градостроительных, технологических, а также политических и социальных [1].

После рассмотрения общей концепции транспортно-пересадочных узлов и их важности для современных мегаполисов, становится очевидно, что каждая страна и город разрабатывают свои уникальные решения для организации транспортных потоков. Однако, можно выделить пять основных этапов формирования многофункциональных транспортных хабов:

- 1 - расширение влияния ТПУ (включение дополнительных видов транспорта);
- 2 – поддержка пешеходного движения;
- 3 – функциональная насыщенность;
- 4 – альтернативность поведенческих сценариев;
- 5 – благоустройство территории (Рисунок - 1).

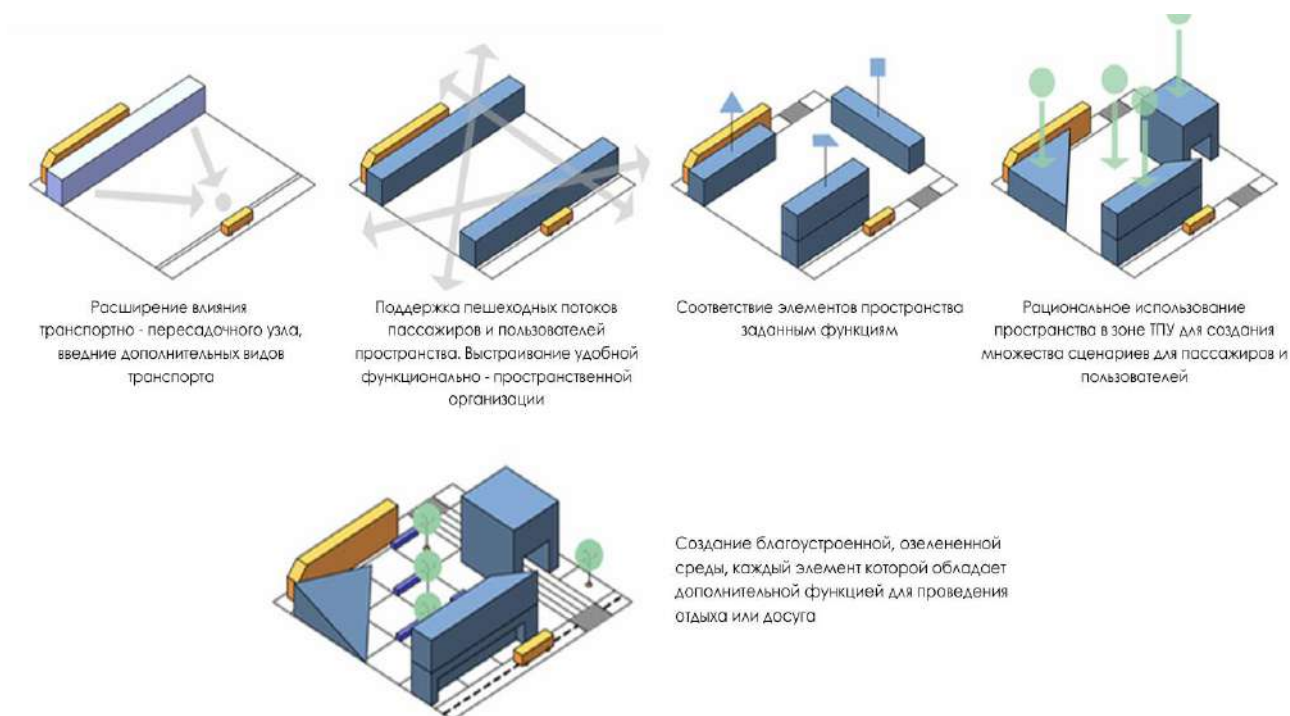


Рисунок - 1 Этапы формирования транспортных хабов (изображение автора)

Важную роль здесь играют как композиционно-планировочные структуры, так и функциональные элементы, которые адаптируются под специфику конкретного региона и потребности его жителей. Примеры таких хабов, построенных с учетом современных требований к мобильности и интеграции различных видов транспорта, можно найти в разных уголках мира.

Maringa Urban Intermodal Terminal в Бразилии представляет собой проект, созданный с целью объединить несколько видов транспорта: автобусы, такси и велосипеды. Основной акцент при проектировании был сделан на функциональной гибкости и удобстве пересадок. Композиционно терминал организован как открытое, хорошо проветриваемое пространство с широкими

пешеходными зонами и удобными переходами между видами транспорта (Рисунок - 2).



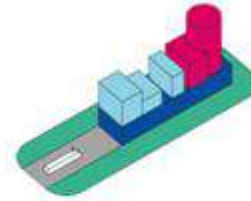
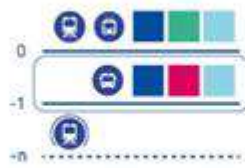
Рисунок - 2 Maringa Urban Intermodal Terminal.[2]

Функциональная структура терминала включает также торговые и сервисные зоны, что делает его не только пересадочным пунктом, но и местом для выполнения повседневных задач горожан. Большое внимание в проекте уделено устойчивым решениям, таким как использование естественной вентиляции и солнечной энергии, что подчеркивает экологическую направленность проекта. Этот транспортный узел использует линейную структуру для обеспечения четкого и простого перемещения пассажиров. Все транспортные средства — автобусы, такси и велосипеды — расположены вдоль одной оси, что позволяет пассажирам двигаться по прямой линии между различными видами транспорта. Это особенно удобно для небольших и средних транспортных узлов, где основная цель — быстрое и эффективное обслуживание пассажиров.

Европейские проекты, такие как Rotterdam Central Station в Нидерландах и Berlin Hauptbahnhof в Германии, выделяются своим масштабом и многоуровневой организацией пространства. В Роттердаме вокзал был полностью реконструирован с целью увеличения его пропускной способности, а также создания комфортной среды для пассажиров, где на одном уровне располагаются транспортные платформы, а на других — коммерческие зоны. В Берлине вокзал стал не только крупнейшим пересадочным пунктом в Германии, но и архитектурной достопримечательностью с его стеклянной крышей и обширными панорамными окнами, создающими ощущение открытости и света. Эти проекты демонстрируют, как транспортные узлы могут быть интегрированы в городскую жизнь и стать важными общественными пространствами. Они представляют собой пример многоуровневой структуры. Железнодорожные пути и платформы расположены на одном уровне, в то время как торговые и общественные пространства — на другом. Многоуровневая структура позволяет эффективно

организовать пересадки и комфортное перемещение пассажиров в разных направлениях.

● Хаб III категории наземные



● Хаб IV категории наземные

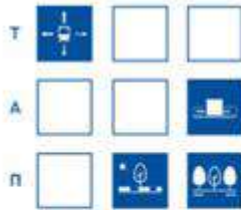


Рисунок 3. Объемно-планировочные решения хабов (изображение автора)

Vialia Vigo в Испании представляет еще один пример успешной интеграции транспорта с коммерческими и культурными функциями. Этот транспортный узел объединяет железнодорожные и автобусные маршруты, а также крупные торговые и общественные зоны, превращая его в популярное место среди местных жителей.



Рис. 4. Транспортно-пересадочный узел Vialia Vigo.[3]

Проект также отличается использованием экологически устойчивых технологий, таких как солнечные панели и системы водосбережения, что делает

его не только удобным для пассажиров, но и экологически эффективным. Vialia Vigo сочетает элементы разных структур, что делает его примером комплексной структуры. Этот транспортный узел объединяет железнодорожные и автобусные станции с большими торговыми и общественными пространствами, включая кинотеатр, магазины и рестораны. Различные функциональные зоны расположены на разных уровнях и связаны между собой таким образом, чтобы пассажиры могли легко перемещаться между ними. Комплексная структура позволяет узлу быть не только пересадочным пунктом, но и важным социальным и культурным центром. Функциональная структура терминала включает также зоны для отдыха, торговые площади и сервисы для автомобилистов, такие как парковки и зарядные станции для электромобилей. Архитектурное решение терминала ориентировано на использование современных материалов и экологически чистых технологий, что делает его устойчивым и энергоэффективным. Его также можно отнести к линейной структуре, так как этот узел предназначен для обслуживания автобусного и автомобильного транспорта. Пассажиры перемещаются вдоль одной оси между зонами ожидания, отправления и прибытия, что делает пересадки быстрыми и эффективными. Основная цель здесь — упрощение логистики и обеспечение удобства для междугородных пассажиров.

Учитывая интеграцию различных видов транспорта, пешеходного движения и общественных функций в структуре многофункционального хаба, одним из ключевых направлений в их проектировании является использование цифровых технологий и автоматизации. Интеллектуальные системы управления пассажиропотоками, энергетическими ресурсами и логистикой позволяют оптимизировать работу транспортных объектов, снижая энергопотребление и улучшая обслуживание пассажиров. Инновации в проектировании транспортных узлов охватывают широкий спектр решений — от архитектуры, цифровых технологий и автоматизации до устойчивых материалов и новых конструктивных подходов. Эти инновации не только делают транспортные узлы более эффективными и удобными, но и способствуют созданию более устойчивой и экологически ответственной городской среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев П.В. Формирование транспортно-пересадочных узлов в городах / П.В. Медведев // Статья. - 2014 г. - 5с.
2. Archdaily [Электронный ресурс]. URL: <https://www.archdaily.com/1001989/maringa-urban-intermodal-terminal-borelli-and-merigo-arquitetura-e-urbanismo> (дата обращения 26.03.2025).
3. Archi.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://archi.ru/projects/world/18541/transportno-peresadochnyi-uzel-vialia-vigo> (дата обращения 26.03.2025).

УДК 624.131

Наурызбаева З.Ж. (24-МСС-2, ВКТУ), Тулебекова А.С. (ассоциированный профессор, ВКТУ)

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ

Аннотация. В данной научной статье представлен анализ влияния геосинтетических материалов на механические свойства различных типов грунтов, что является актуальной задачей современного строительства и инженерной геологии. В условиях увеличения плотности городской застройки и ограниченности свободных территорий возникает необходимость освоения ранее неиспользуемых участков, сложенных слабыми и неоднородными грунтами. Реализация данного процесса требует проведения комплекса специализированных мероприятий, направленных на улучшение физико-механических характеристик грунтов основания строительных площадок, что способствует повышению их несущей способности.

Ключевые слова: геосинтетические материалы, грунт, укрепление, механические свойства, строительство.

Введение

В настоящее время деятельность в области строительства инженерных объектов приобретает все больший размах. Особое внимание уделяется вопросам повышения их долговечности и устойчивости. Важную роль при этом играют грунты, от их свойств, методов укрепления и применяемых материалов напрямую зависят надежность и срок службы возводимых сооружений. В строительстве геосинтетические материалы широко используются для укрепления грунтов, оказывая значительное влияние на характеристики, которые связаны с обеспечением безопасности и долговечности строительных конструкций [1, с. 1014-1017]. При этом анализ видов и свойств грунтов является ключевым аспектом. На рисунке 1 представлены наиболее распространенные типы грунтов, различаемые в практике инженерно-геологических исследований.



Рисунок 1 – Виды грунтов

При строительстве инженерных объектов также важно учитывать влияние внешних факторов на грунты. И геосинтетические материалы позволяют целенаправленно улучшать характеристики грунта, снижая вероятность деформаций под воздействием эксплуатационных нагрузок [2, с. 191-198].

Методы и материалы

Мировой опыт демонстрирует высокую эффективность применения геосинтетических материалов для укрепления грунтов и повышения их несущей способности. В целом, видовое разнообразие геосинтетических материалов достаточно широкое [3, с. 29-39]. Классификация основных геосинтетических материалов представлены на рисунке 2.

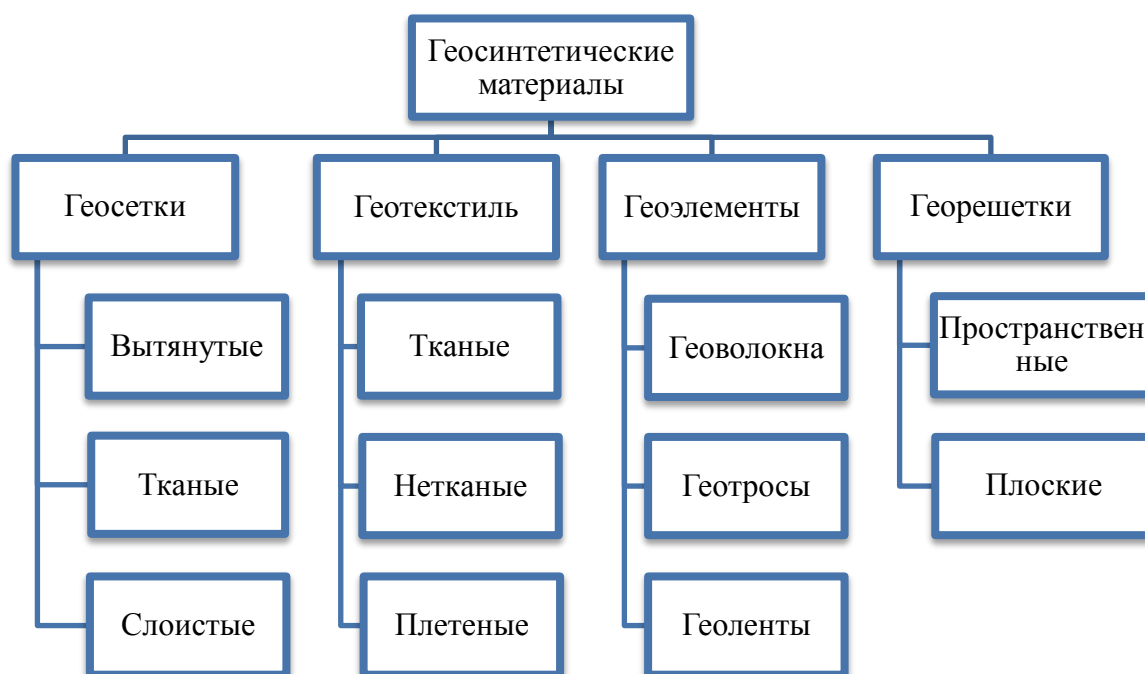


Рисунок 2 – Классификация основных геосинтетических материалов

Во многих работах подчеркивается эффективность применения геосинтетиков. Так, в исследовании [4, с 88-89] отмечается что использование геосеток при укреплении грунтов способствует повышению их механических характеристик. В частности, улучшение модуля деформации и угла внутреннего трения приводит к увеличению несущей способности оснований, а также снижению их деформативности и осадок. Для пылеватых песков данные показатели возрастают в среднем на 30 %, тогда как у текуче-пластичных глин модуль деформации и угол внутреннего трения увеличиваются на 5–10 %, а удельное сцепление - на 30 %. Это указывает, что применение геосетки в качестве армирования оснований наиболее эффективно для песчаных грунтов, чем для глинистых.

В работе [5, с 17] представлены результаты прямых испытаний на сдвиг образцов грунта, армированных геосинтетиками, с целью определения прочности на сдвиг армированного грунтового композита. В исследовании были применены два типа грунта и четыре типа геосинтетиков (тканый и нетканый геотекстиль, одноосная и двухосная георешетка). Слой арматуры распределялся перпендикулярно поверхности разрушения. В результате анализ влияния различных факторов (размер частиц грунта, плотность грунта, размер сдвигового ящика) показал, что максимальное значение повышения прочности при сдвиге было достигнуто у образца алевроитового песка армированного двухосной георешеткой.

В исследовании [6, с. 10–11] проведены эксперименты по штамповке моделей, которые показали, что использование грунтовой арматуры наиболее эффективно в рыхлых технических грунтах с высокой деформационной способностью по сравнению с уплотненными грунтами. Также установлено, что однослойная арматура оказывается более выгодной по сравнению с двухслойной.

Выводы

Анализ показал, что в строительстве наиболее востребованы определенные виды геосинтетических материалов, перечень которых представлен в Таблице 1.

Таблица 1 – Влияние геосинтетических материалов на механические свойства грунтов

Тип материала	Влияние материала на грунт	Критерии	Параметры	Тенденции
Геотекстиль (нетканый, тканый)	Повышает сцепление частиц, снижает эрозию, улучшает дренаж	Химическая стойкость, прочность, водопроницаемость	Разрывная прочность, фильтрация	Широко применяется в гидротехническом и дорожном строительстве
Георешетки	Укрепляют основание, снижают осадки	Коэффициент сцепления, прочность	Упругость, сцепление	Используются в строительстве дорог и армировании грунтов
Геокомпозиты	Улучшают армирование и дренаж, объединяя свойства георешеток и геотекстиля	Механическая прочность, сопротивление сдвигам	Проницаемость, трение	Применяются в инженерных работах различного типа
Геомембраны	Обеспечивают гидроизоляцию, снижают фильтрацию воды	Водонепроницаемость, стойкость	Долговечность, водостойкость	Используются в строительстве водохранилищ и экологических объектов
Геосетки и	Повышают	Устойчивость к	Жесткость,	Применяются в

волокна	грузоустойчивость и армирующие свойства грунта	нагрузкам, прочность	прочность	дорожном строительстве и усилении покрытий
Геосетки и волокна	Повышают грузоустойчивость и свойства грунта после армирования	Устойчивость и прочность при механических воздействиях	Жесткость и прочность	Использование при строительстве покрытий дорог
Геоматы	Минимизируют размыв грунта, предотвращают эрозию	Устойчивость к УФ-излучению, прочность	Эрозионная стойкость	Востребованы в ландшафтном строительстве и защите склонов

Таким образом аспекты их влияния на механические свойства грунта, критерии выбора для различных инженерных задач определяют их пригодность к практическому применению, а также тенденции дальнейшего использования в строительстве [7, с. 98-103; 8, с. 80-90; 9, с. 174-186; 10, с. 30-38; 11, с. 264-273]. В таблице 2 представлена эффективность применения геосинтетиков на свойства грунта.

Таблица 2 – Зависимость механических свойств грунтов от геосинтетиков

Свойство грунта	Влияние геосинтетика
Плотность	Снижение плотности грунта
Пористость	Регулирование водопроницаемости
Влажность	Контроль водопроницаемости
Гранулометрический состав	Стабилизации структуры
Усадка	Снижение деформаций, связанных с изменением влажности
Размываемость	Повышение устойчивости к эрозионным процессам

Заключение

Анализ влияния геосинтетических материалов на механические свойства грунтов позволил выявить наиболее часто используемые геосинтетические материалы в инженерных работах. Определено, что геотекстиль и георешетки используются в качестве материалов, ориентированных на оптимизацию нагрузок на грунт и предотвращение их размывов. Геомембраны эффективно участвуют в гидроизоляции, геоматы предотвращают эрозию, а геокомпозиты объединяют в себе свойства нескольких геосинтетиков и обеспечивают на основании этого устойчивость и повышают дренажные свойства. Безусловно, при выборе и практическом применении определенных геосинтетиков необходимо принимать во внимание специфику грунтов и их свойства, согласно которым планируется проведение инженерных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комеков К., Ишанкулиева М., Бердиев Н. Опыт применения геосинтетиков в строительстве: возможности и преимущества // Вестник науки. 2024. №3 (10 (79)). С. 1014-1017.
2. Tulebekova A., Zhankina A., Imambayeva R., Makhiyev B., Khapin A., Anop D. A practical solution for improving soil bases in problematic engineering conditions // International Journal of GEOMATE. 2023. Vol. 25, No. 108. P. 191–198. DOI: 10.21660/2023.108.3849.
3. Нагимов М. Ф. Применение армированных грунтов в дорожном строительстве: преимущества и возможности // Актуальные исследования. 2023. №39 (169). С. 29-39.
4. А.В. Машенко, А.Б. Пономарев Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия Влияние армирования геосетки на механические свойства характеристики водонасыщенных грунтов // 2015. №3.С 88-89. DOI: 10.15593/2224-9826/10 УДК 624.139.
5. Shear Strength Behavior of Different Geosynthetic Reinforced Soil Structure from Direct Shear Test [Text] / D.J.U. Infante, G.M.A. Martinez, P.A. Arrua, M. Eberhardt // International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering. — 2016. — Vol. 2, No. 2. — P. 17. DOI: 10.1007/s40891-016-0058-2.
6. Татьянников Д.А., Пономарев А.Б., Клевеко В.И. Анализ работы армированного основания на основе штамповых модельных испытаний // Вестник ПНИПУ. Урбанистика 2012. № 4 С. 10-11.
7. Золотозубов Д. Г., Золотозубова О. А. Методы определения характеристик сопротивления механическим воздействиям геосинтетических материалов // Construction and Geotechnics. 2013. №1. С. 98-103.
8. Золотозубов Д. Г., Золотозубова О. А. Исследование влияния прокола на сопротивление разрыву геосинтетических материалов // Construction and Geotechnics. 2014. №1. С. 80-90.
9. Татьянников Д. А., Пономарев А. Б., Клевеко В. И., Schlömp S.-H., Schwerdt S. Определение характеристик трения для двух типов геосинтетических материалов путем проведения испытаний на сдвиг // Construction and Geotechnics. 2014. №1. С. 174-186.
10. Кашапова К. Р. Планирование модельных экспериментов по исследованию работы подпорных стен, армированных горизонтальными геосинтетическими прослойками // Construction and Geotechnics. 2016. Т. 7, №1. С. 30-38.
11. Машенко А. В., Пономарев А. Б. Анализ изменения прочностных и деформационных свойств грунта, армированного геосинтетическими материалами при разной степени водонасыщения // Construction and Geotechnics. 2014. №4. С. 264-273.

УДК 691

Нугуманов О.С. (24-МСС-1, ВКТУ), Абдикерова У.Б. (ассоц. профессор ВКТУ)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЧЕТА ОБЪЕКТОВ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

***Аннотация.** В статье показана необходимость проведения технической экспертизы объектов незавершенного строительства. Перечислены основные причины, по которым необходимо техническое обследование объектов незавершенного строительства. Приведен перечень основных мероприятий по устранению дефектов и повреждений конструкций при возобновлении строительных работ на объектах незавершенного строительства.*

***Ключевые слова:** методика обследования; техническое состояние; перерыв в строительстве; обследование; объект незавершенного строительства.*

Становление и развитие подходов к определению понятия «объект незавершенного строительства» прошло длительный путь, но и в настоящее время сущность данного вопроса имеет дискуссионный характер: взгляды экономистов, бухгалтеров, законодательных органов и судов порой существенно расходятся.

Разграничение объектов незавершенного строительства на капитальные и некапитальные на текущий момент является одной из наиболее существенных новаций градостроительного законодательства. Уточнение в части исключения из категории объектов незавершенного строительства некапитальных строений, сооружений и неотделимых улучшений земельного участка ряд авторов находит своевременным и необходимым, особенно в условиях нестабильности рыночной ситуации и потенциального экономического кризиса (в том числе на сегодняшний день обусловленного последствиями мировой пандемии). В условиях экономического кризиса возникают намерения компаний оформить и продать земельные участки с элементами застройки как отдельные сооружения с целью извлечения большей прибыли, рассматривая их как самостоятельные объекты недвижимости.

Актуальность обосновывается тем, что наличие объектов незавершенного строительства на балансе организации приводит к необходимости учета широкого круга операций, связанных с необходимостью содержания объектов незавершенного строительства, обеспечению их сохранности до момента возобновления строительно-монтажных работ или принятия решения о ликвидации, проведением инвентаризации объектов. При этом данные операции требуют применения организацией адекватных и рациональных методик учета, позволяющих сформировать достоверную информацию в бухгалтерской отчетности. Вместе с тем, исследование теоретических, методических и организационных аспектов учета объектов незавершенного строительства приводит к выводу о наличии существенных проблем в указанных сферах, требующих комплексного решения.

Обследование строительных конструкций недостроенных зданий и

сооружений в последние годы получило широкое распространение. Наиболее часто встречающееся на практике - это обследование с целью достройки незавершенных объектов [1, с. 32-38].

В условиях перехода к рыночным отношениям «революционным путем» многочисленные звенья строительства не смогли качественно и в сжатые сроки адаптироваться к новым условиям. Строительному комплексу, в частности предприятиям с различными формами собственности, в конце 80-х - начале 90-х гг. были свойственны ситуации субъективного и объективного характера, провоцирующие формирование значительных объемов объектов незавершенного строительства. Это относилось, преимущественно, к сфере жилищного и социального строительства.

Основными причинами, обуславливающими данное явление, являются:

- общее социально-экономическое и политическое состояние в стране;
- экономический кризис и развал организаций в 90-х гг., обеспечивающих - строительство объектов жилья и социально-культурного быта в рамках бюджетного финансирования;
- развал базы строительной индустрии (заводы ЖБИ, КПД и т. д.);
- финансовые кризисы инвесторов, свойственные указанному периоду;
- резкое снижение градостроительных и технических требований по отношению к объектам строительного комплекса в начале 90-х г. и их приведение к существующему законодательству в конце 1990-х - начале 2000-х гг.

Анализируя техническое состояние названных объектов, следует констатировать, что все они снизили прочностные показатели и характеристики только из-за отсутствия работ по консервации объекта.

Основными проблемами, возникающими при возобновлении работ на объектах незавершенного строительства, являются:

1. Изменение свойств грунтов основания при периодическом воздействии дождевых и талых вод, промерзании грунтов и возникновение, в связи с этим больших неравномерных деформаций фундаментов и надземных частей зданий и сооружений.

Данный вид повреждения является наиболее опасным, так как часто приводит к аварийному состоянию несущих конструкций. Дождевые и талые воды повышают влажность грунтов основания. Несущая способность основания фундамента при этом снижается. Изменение механических свойств в результате воздействия дождевых и талых вод и замораживания пучинистых грунтов приводит к большим неравномерным осадкам фундаментов и деформации надземных конструкций. Эти деформации растут с каждым циклом замораживания и оттаивания грунтов основания и после нескольких лет перерыва в строительных работах могут привести его в полную негодность.

2. Изменение свойств строительных материалов и прочности конструкции.

Материалы строительных конструкций в недостроенном здании испытывают воздействия внешней среды (атмосферные осадки, сезонные

колебания температуры). Под действием внешней среды в бетоне происходит коррозия, в результате которой происходит растворение и вымывание составных частей цементного камня, вступление химически насыщенных вод в реакцию с составляющими цементного камня, накопление в капиллярах бетона малорастворимых солей, кристаллизация которых вызывает значительные напряжения и приводит к разрушению структуры бетона. Кроме коррозии бетона в железобетонных конструкциях происходит коррозия стальной арматуры. При этом уменьшается ее расчетное сечение и нарушается сцепление с бетоном. Продукты коррозии увеличивают объем арматуры, что вызывает разрушение защитного слоя бетона. Всё это приводит к снижению несущей способности (прочности) железобетонной конструкции.

3. Отсутствие части или всей проектной документации на недостроенный объект.

4. Возможное изменение назначения объекта после перерыва в строительстве.

Для решения вышеперечисленных проблем необходимо проведение детального обследования ранее возведенных конструкций с целью выявления и оценки повреждений, полученных в результате перерыва в их постройке.

Обследование объектов незавершенного строительства — это комплекс мероприятий по оценке технического состояния строительных конструкций с целью выработки на основе этой оценки решений о необходимости проведения ремонта, реконструкции или сноса [2, с. 31-47].

Обследование зданий и сооружений должны выполняться специализированными организациями и специалистами, обладающими знаниями в самых разных областях строительной науки.

Состав и объемы работ по обследованию в каждом конкретном случае определяются программой работ на основе технического задания заказчика с учетом требований действующих нормативных документов.

Основные причины, по которым необходимо техническое обследование объектов незавершенного строительства:

- перед началом строительства, после длительного времени простоя;
- реконструкция;
- изменение назначения объекта (перепрофилирование);
- явное разрушение частей объекта;
- аварийное состояние объекта.

Методика обследования объектов незавершенного строительства заключается в следующем:

1. Сбор и анализ существующей проектной документации по исследуемому объекту.

2. Визуальное и инструментальное обследование объекта (фотофиксация дефектов и повреждений, взятие пробы материалов для лабораторных исследований для определения фактических прочностных характеристик материалов конструкций).

3. Лабораторные исследования (проводятся в специализированных лабораториях).

4. Составление технического заключения о фактическом состоянии конструкций и о возможности их дальнейшей безопасной эксплуатации (осуществляется на основании анализа всех результатов проведенных натурных обследований и лабораторных исследований).

5. Разработка рекомендаций по восстановлению и усилению строительных конструкций, подверженных разрушениям.

В зависимости от условий могут проводиться разрушающие или неразрушающие испытания объекта. Разрушающий метод предполагает высокоточные исследования конкретных элементов в конструкции объекта для определения их физико-механических параметров.

Как правило, такие исследования проводятся в специализированной лаборатории. Неразрушающий метод - выполняется для определения прочностных качеств конструкции. Не влияет на несущие свойства конструкций, в отличие от лабораторных исследований.

То есть объект является незавершенным строительством до момента выдачи разрешения на ввод объекта в эксплуатацию - документа, который удостоверяет выполнение строительства, реконструкции объекта капитального строительства в полном объеме в соответствии с разрешением на строительство, проектной документацией, установленным требованиям к строительству, реконструкции, разрешенному использованию земельного участка.

Таким образом, можно сформулировать следующие критерии признания создаваемого объекта объектом незавершенного строительства:

1. Наличие прочной связи объекта с земельным участком, отведенным в целях его строительства.

2. Невозможность перемещения объекта без причинения существенного ущерба его назначению.

3. Длющийся во времени процесс выполнения строительно-монтажных работ по его созданию.

Правильная квалификация объекта учета необходима для понимания того, как поставить его на учет и отразить в бухгалтерской и налоговой отчетности. Наличие и рост числа судебных споров предприятий и надзорных органов, связанных с учетом и отнесением к категории «объекты, незавершенные строительством» того или иного имущества, является подтверждением наличия возникающих у бухгалтеров проблем с отражением в бухгалтерском и налоговом учете объектов, не завершенных строительством.

Как было рассмотрено выше, объект незавершенного строительства следует отличать от временных (некапитальных) сооружений. использование таких объектов должно проводиться с оглядкой на действующее законодательство, с учетом сроков получения разрешительных документов и соответствия объекта законодательно установленным условиям его признания объектом основных средств.

Отметим, что выбытию объекта предшествуют процедуры консервации объекта незавершенного строительства. При этом отмечается, что при проведении работ по консервации основания и мероприятия по консервации целесообразно отразить в приказе на консервацию объекта незавершенного строительства при ликвидации хозяйственным способом или в договоре с подрядной организацией отдельным перечнем, а также в обязательном порядке провести инвентаризацию выполненных работ по строительству (реконструкции) объекта с целью зафиксировать фактическое состояние объекта, наличие проектной документации, конструкций, материалов и оборудования [2, с. 55].

При невозможности устранения обстоятельств, препятствующих продолжению строительства, организация может принять решение о ликвидации объекта незавершенного строительства путем полного сноса объекта, частичного сноса с целью строительства нового объекта, либо путем продажи

Несмотря на длительную историю становления и развития подходов к пониманию сущности объектов незавершенного строительства до настоящего времени единого определения сущности и критериев данного понятия не выработано.

Существующие подходы к определению данного понятия, предлагают объектом незавершенного строительства считать объект капитального строительства, строительство, реконструкция (модернизация), капитальный ремонт которого не завершены в установленном порядке, при этом данный объект обладает признаками самостоятельного объекта недвижимого имущества, в том числе прочной связью с земельным участком, отведенным в целях его строительства и невозможностью перемещения объекта без причинения существенного ущерба его назначению.

Предполагается, что расширенное в данном контексте определение позволяет максимально отразить экономический смысл процесса капитализации затрат, то есть произвести максимальное отражение затрат капитального характера в составе стоимости объекта незавершенного строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гроздов В.Т. Вопросы строительства зданий после длительного перерыва в производстве строительно-монтажных работ / Центр качества строительства. СПб, 1998. 44 с.
2. Ценообразование в строительстве: учеб. пособие / Л.М. Михалина. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. 75 с.

УДК 625.72

Нуралынова А.Ж. (гр. 24-МТР-23, ВКТУ), Раимбекова А.К. (преподаватель, ВКТУ)

ОСОБЕННОСТИ ТРАССИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ AUTODESK INFRAWORKS

Аннотация. *Статья посвящена современным методам проложения трассы и проектирования автомобильных дорог в горных районах, с применением программы Autodesk InfraWorks, а также ее преимущества использования для повышения точности и эффективности трассировки, т.е. моделирование, анализ рельефа и оптимизация маршрутов.*

Ожидаемым результатом является улучшение качества проектирования и снижение рисков при строительстве дорог в сложных природных зонах и особых условиях рельефа местности.

Ключевые слова: *трассирование, проектирование автомобильных дорог, горный рельеф, InfraWorks, 3D-моделирование, оптимизация маршрутов, анализ рельефа.*

Для понятия трассирования дорог в горной местности целесообразно начать с изучения элементов автомобильной дороги и ее трассирования.

Автомобильная дорога - это сложное инженерное сооружение предназначенное для удобного и комфортного движения транспорта, транспортировки грузов, а также для связи между населенными пунктами. К элементам дороги относятся земельные участки в границах полосы отвода автомобильной дороги и следующие виды конструктивных элементов: насыпь, дорожное полотно и дорожное покрытие, дорожные сооружения, защитные дорожные сооружения, искусственные дорожные сооружения, производственные объекты, элементы обустройства автомобильных дорог и т.д. [1].

Трассирование – это направление трассы автомобильной дороги между населенными пунктами в соответствии с оптимальными эксплуатационными, строительно-технологическими, экономическими и эстетическими требованиями с учетом топографических, геологических, гидрологических и климатических условий [2].

Иными словами, на сегодняшний день дорога является неотъемлемой частью современной инфраструктуры, связывающей города, регионы и страны. Создание безопасной и эффективной транспортной сети начинается с выбора правильно построенного маршрута и его оптимального проектирования. Этот процесс и является трассированием. Он играет ключевую роль в проектировании, учитывая ряд факторов, таких как рельеф местности, плотность движения и безопасность.

Также необходимо правильно спроектировать элементы плана и продольного профиля дороги, которые в свою очередь, обеспечивают

безопасную ориентацию водителей на пути, позволяя заранее предугадать направление дороги за пределами зоны видимости.

Для того чтобы дорога максимально соответствовала требованиям безопасности, необходимо предусмотреть возможность движения как отдельных автомобилей на расчетных скоростях, так и транспортных потоков, где скорости регулируются в зависимости от категории проектируемой дороги и плотности потока [3].

Строительство автомобильных дорог является достаточно трудоемким и дорогостоящим процессом, поэтому решающим этапом является выбор расположения трассы дороги, т.к. от него зависит стоимость строительства, дальнейшая эксплуатация дороги, комфорт и безопасность участников движения, а также степень воздействия дороги на окружающую среду.

Особенностью горных районов является невозможность построения разветвленной сети дорог и аэродромов, также необходимо учесть, что основной объем перевозок осуществляется по автомобильным трассам.

Но горные склоны часто бывают нестабильными, и строительство дороги может нарушить их равновесие, что приведет к обвалам, обрушениям, а также активизировать оползни и осыпи [4, с. 275].

Проектирование автомобильных дорог в сложных условиях рельефа местности т.е. горной местности - это сложный и многогранный процесс, который требует учёта множества факторов, включая природные особенности, климатические условия и геологическую структуру местности.

Ознакомимся с термином «Горы (горные системы) - сильно расчленённые части суши, значительно, на 500 метров и более, приподнятые над прилегающими равнинами. От равнин горы отделены либо напрямую подножием склона, либо предгорьями. Горы могут быть линейно вытянутыми или дугообразными с параллельным, решётчатым, радиальным, перистым, кулисным или ветвистым рисунком расчленения. Различают высокогорья (более 2500 метров над уровнем моря), среднегорья (800 - 2500) и низкогорья (до 800)» [5].

Основной задачей проектирования в таких условиях является обеспечение безопасности движения и минимизация воздействия на окружающую среду. Также необходимость обеспечения плавности трассы на фоне горного склона.

Если сравнивать с равнинной местностью, то в горах приходится выполнять значительные объёмы земляных работ для устройства многочисленных конструкций, например, серпантины, тоннели, мосты, подпорные стенки, противоселевые галереи и т.д. Это весьма трудоемкий и дорогостоящий процесс, который требует рассмотрения более четкого хода строительства на стадии проектирования с выбором наиболее оптимального варианта.

Выбор трассы зависит от инженерно-геологической оценки горных склонов. Самым трудным является нахождение проектного решения в сложных геофизических условиях, удовлетворяющее требованиям транспорта, устойчивости и безопасности.

Развитие дорожной транспортной инфраструктуры страны является

показателем ее экономики, социально-экономического прогресса и повышения эффективности производства. В связи с ростом транспортных потоков, значительной перегрузкой на дорогах и высокой степенью аварийности, внедрение инноваций приобретает актуальность. На сегодняшний день устаревшие технологии строительства должны быть заменены на более современные методы, позволяющие увеличить качество и срок службы автомобильных дорог [6].

Для успешного проектирования в горных условиях необходимы современные инструменты, которые позволяют максимально точно оценивать рельеф и проводить моделирование трасс. Одним из таких инструментов является программное обеспечение Autodesk InfraWorks, которое значительно облегчает процесс трассирования и проектирования дорог в сложных ландшафтах. Эта программа позволяет интегрировать данные из различных источников и создавать 3D-модели, что особенно важно при проектировании дорог в условиях горного рельефа [7].

InfraWorks - это мощное программное обеспечение для проектирования и моделирования инфраструктуры, которое применяется для создания детализированных 3D-моделей городских и сельских территорий, включая автомобильные дороги, мосты и другие сооружения. Она широко используется в сфере гражданского строительства и инфраструктурных проектов благодаря своей способности интегрировать данные различных форматов, включая GIS, CAD, и данные из облачных источников. Также программа применяется в странах по всему миру, включая США, Канаду, Великобританию, Германию, Австралию, Россию и многие другие [8].

Для трассирования дорог в горных районах InfraWorks предоставляет целый набор инструментов, которые позволяют проектировщикам решать задачи, связанные с моделированием рельефа, анализом перспективных маршрутов, оценкой воздействия на окружающую среду, оптимизацией трассировки.

Стоит отметить ряд преимуществ использования InfraWorks в горных районах, т.е.:

1. Точная визуализация.

Программа позволяет создавать детализированные 3D-модели, что помогает проектировщикам лучше понять будущий проект и его взаимодействие с окружающим ландшафтом.

2. Снижение рисков.

Благодаря анализу и симуляции различных сценариев, проектировщики могут выявить потенциальные опасности и минимизировать риски, такие как оползни или наводнения.

3. Экономия времени и ресурсов.

Процесс проектирования ускоряется за счет автоматизации многих этапов и интеграции данных, что сокращает время разработки и количество необходимых корректировок.

4. Интеграция с другими программами.

InfraWorks совместим с другими инструментами, такими как AutoCAD и Revit, что позволяет интегрировать данные и использовать их в различных этапах проектирования.

Благодаря программе можно создать эскизную модель дороги и визуализировать данные на стадии предпроекта. Посчитать и найти наиболее подходящий вариант для строительства. В отличие от простых чертежей, визуализация в InfraWorks поможет наглядно показать местность в контексте с окружающей средой, что является плюсом данной программы.

Далее, на рисунке 1 показано создание эскизной модели автомобильной дороги республиканского значения «Усть-Каменогорск – Зыряновск – Большенаарымское – Катон-Карагай – Рахманоские ключи» км 56-72 (участок перевал Осиновский).

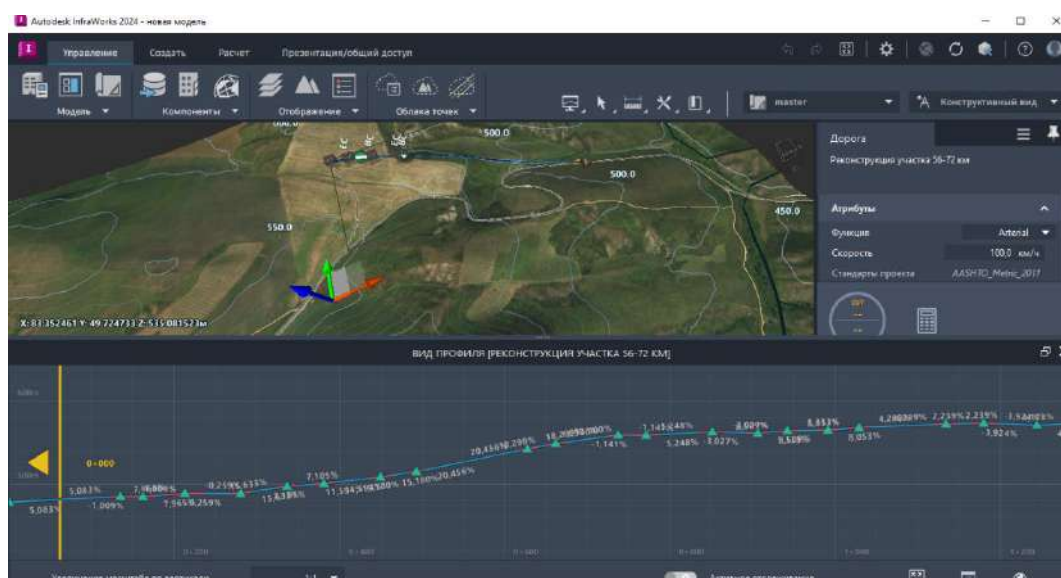


Рисунок 1 – Создание эскизной модели дороги в InfraWorks

Данная автомобильная дорога находится в горной местности. Она характерна резкими перепадами высот, температурными колебаниями, сложными климатическими условиями.

Как показано на рисунке 1, на панели инструментов можно задать необходимые характеристики дороги: функции, скорость и материал. Определить минимально допустимые технические нормативы можно из СНиП РК [9]. С помощью инструмента «Наложить профиль» система проектирует проектную линию продольного профиля, которая максимально соответствует профилю существующей поверхности.

Таким образом использование программных продуктов, таких как InfraWorks, в проектировании автомобильных дорог в горных районах является важным шагом в развитии инфраструктурных технологий.

Эта программа позволяет значительно повысить точность и эффективность проектирования, обеспечивая качественную интеграцию данных и создание моделей местности в реальном времени.

В будущем использование таких технологий будет продолжать развиваться, что приведет к улучшению качества дорог и снижению рисков для окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Википедия [Электронный ресурс]: Статья – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Автомобильная_дорога;
2. Строительный словарь [Электронный ресурс]: Статья – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/stroitel/5074>;
3. Справочник проектировщика [Электронный ресурс]: Статья – Режим доступа: <https://seniga.ru/uchmat/57-indorcadroad/131-gl5indor.html>;
4. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. II. – М.: Транспорт, - 1979. – 275 с.
5. Википедия [Электронный ресурс]: Статья – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Горы>;
6. Cyberleninka.ru [Электронный ресурс]: Статья – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-vnedreniya-innovatsiy-v-dorozhnoy-otrasli/viewer>;
7. Cad.kz [Электронный ресурс]: Статья – Режим доступа: https://cad.kz/articles/vizualizatsiya_v_autodesk_infraworks-s_chego_nachat_i_kak_poluchit_nailuchshiy_variant/;
8. Stepik.org [Электронный ресурс]: Статья – Режим доступа: <https://stepik.org/lesson/617777/step/1?auth=login&unit=613249>;
9. СНиП РК 3.03-09-2006* «Автомобильные дороги». - Алматы, - 2014. – 5с.

УДК 69.003.13

Садырбаев М.О., (24-МСС-1, ВКТУ), Кропачев П.А. (ассоциированный профессор КарТУ им.А.Сагинова), Рамиянова М.Е. (Магистр архитектуры Высший IT колледж ВКТУ)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

***Аннотация.** В статье представлена методика научно-технического сопровождения (НТС) строительства промышленных объектов, включающая анализ проектных данных, автоматизацию мониторинга и контрольных процессов, а также применение алгоритмов машинного обучения для прогнозирования рисков и оптимизации ресурсных затрат. Рассматриваются примеры успешной интеграции искусственного интеллекта (ИИ) в строительстве, включая системы управления проектами, анализ больших данных и цифровые модели зданий. Предложены рекомендации по внедрению интеллектуальных технологий в строительную практику для повышения качества и эффективности реализации промышленных проектов.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, прогнозирование, цифровизация, интеллектуальные системы, эффективность строительства, информационное моделирование зданий (BIM), системы поддержки принятия решений*

Современное строительство промышленных комплексов требует комплексного подхода, учитывающего не только традиционные методы проектирования и управления, но и применение передовых научно-технических решений. Внедрение цифровых технологий и систем искусственного интеллекта позволяет значительно повысить эффективность строительных процессов, обеспечивая оптимизацию затрат, сокращение сроков реализации проектов и повышение их безопасности. Научно-техническое сопровождение (НТС) представляет собой системный процесс, включающий мониторинг, контроль и внедрение современных технологий на всех этапах строительства – от проектирования до эксплуатации объекта [7, с. 15]. В данной работе рассматриваются основные этапы методики НТС, а также возможности применения искусственного интеллекта и цифровых технологий в строительстве промышленных объектов.

Разработанная методика научно-технического сопровождения включает несколько ключевых этапов. На первом этапе осуществляется анализ проектных данных, включающий изучение технических заданий, инженерных расчётов, нормативно-правовых документов, стандартов и аналогичных реализованных проектов. Этот процесс направлен на выявление возможных рисков и формирование рекомендаций по выбору оптимальных технологий и материалов. На втором этапе происходит автоматизация мониторинга и контроля строительных работ. Для этого применяются цифровые технологии, такие как информационное моделирование зданий (BIM), цифровые платформы управления проектами, а также датчики и системы Интернета вещей (IoT),

позволяющие собирать данные о состоянии конструкций, температурных и механических нагрузках. Внедрение таких инструментов обеспечивает точный контроль выполнения работ и своевременное выявление отклонений от проектных параметров. Следующий этап включает прогнозирование рисков с использованием искусственного интеллекта. Алгоритмы машинного обучения анализируют большие массивы данных, связанных со строительными процессами, что позволяет предсказать возможные задержки, бюджетные отклонения, конструкционные дефекты и оптимизировать логистические цепочки. Использование исторических данных и интеллектуального анализа помогает минимизировать риски на этапе реализации проекта. На завершающем этапе проводится оценка эффективности внедрённой методики. Анализируются достигнутые показатели, такие как соответствие сроков и затрат планируемому значению, уровень качества выполненных работ и выявленные проблемные аспекты. На основе полученных данных разрабатываются рекомендации для дальнейшего совершенствования методики НТС и её адаптации к новым строительным проектам [7, с. 15].

Применение научно-технического сопровождения в строительстве промышленных объектов позволяет достичь значительных преимуществ. Снижение строительных рисков достигается за счёт комплексного анализа проектной документации и автоматизированного мониторинга. Оптимизация затрат и сроков обеспечивается прогнозированием возможных проблем и улучшением управления ресурсами. Повышение качества строительных работ становится возможным благодаря постоянному контролю соответствия нормативам и использованию современных технологий. Увеличение безопасности на строительной площадке достигается за счёт применения интеллектуальных систем предиктивного анализа, способных выявлять потенциальные угрозы на ранних этапах. [3, с. 78], [9, с. 10].

Разработка методики научно-технического сопровождения строительства промышленных комплексов является важным шагом к цифровизации отрасли. Применение искусственного интеллекта и цифровых технологий позволяет существенно повысить качество, эффективность и безопасность строительных процессов. Внедрение передовых методов управления проектами, использование предиктивного анализа и автоматизированных систем контроля способствуют оптимальному распределению ресурсов и сокращению сроков выполнения работ. Будущие исследования в данной области должны быть направлены на дальнейшую интеграцию ИИ в строительную отрасль, включая разработку более точных предсказательных моделей, автоматизацию процессов принятия решений и создание интеллектуальных систем управления строительными проектами.

Научно-техническое сопровождение (НТС) строительных проектов представляет собой комплекс мероприятий, обеспечивающих соответствие возводимых объектов современным требованиям безопасности, надежности и эффективности. В современных условиях внедрение цифровых технологий и искусственного интеллекта позволяет значительно оптимизировать процессы

проектирования, планирования и контроля строительных работ. Особое внимание уделяется разработке интеллектуальных систем мониторинга, использующих данные в реальном времени для анализа текущего состояния объектов и прогнозирования возможных отклонений.

Одним из ключевых аспектов научно-технического сопровождения является прогнозирование рисков, связанных с реализацией строительных проектов. Анализ исторических данных и использование методов машинного обучения позволяют выявлять потенциальные проблемы еще на этапе проектирования. Системы прогнозирования могут оценивать вероятность возникновения аварийных ситуаций, прогнозировать задержки в поставках строительных материалов и анализировать влияние внешних факторов, таких как погодные условия, на ход выполнения работ.

В последние годы цифровизация строительной отрасли стала важным направлением развития. Применение технологий информационного моделирования зданий (BIM) позволяет создавать детализированные цифровые модели объектов, которые используются на всех этапах жизненного цикла – от проектирования до эксплуатации. Дополнительно, развитие технологий Интернета вещей (IoT) способствует повышению точности мониторинга и автоматизации процессов контроля качества. Интеллектуальные системы управления проектами позволяют минимизировать человеческий фактор, что снижает вероятность ошибок и повышает эффективность выполнения работ. Искусственный интеллект продолжает активно внедряться в строительную отрасль, предлагая новые возможности для оптимизации процессов. В будущем ожидается дальнейшее развитие технологий машинного обучения, которые позволят создавать предиктивные модели поведения строительных объектов, учитывать риски и автоматизировать принятие решений. Разработка автономных строительных роботов и внедрение беспилотных дронов для инспекции строительных площадок позволят сократить затраты и повысить безопасность работ. Помимо этого, применение блокчейн-технологий в управлении строительными проектами может повысить прозрачность сделок и упростить процессы документооборота [5, с. 22].

В статье рассматривается разработка методики научно-технического сопровождения строительства промышленного комплекса, акцентируя внимание на интеграции современных технологий, включая искусственный интеллект. В условиях стремительного развития строительной отрасли и увеличения требований к качеству и эффективности проектов, применение искусственный интеллект становится ключевым фактором для оптимизации процессов проектирования, планирования и управления строительством. Искусственный интеллект может использоваться для анализа больших объемов данных, связанных со строительством, что позволяет оптимизировать проектирование, планирование и управление строительными процессами. С помощью методов машинного обучения можно создавать модели, которые предсказывают возможные риски и проблемы на этапе строительства, что способствует более эффективному научно-техническому сопровождению.

Искусственный интеллект может автоматизировать рутинные задачи, такие как мониторинг состояния строительных объектов, что позволяет специалистам сосредоточиться на более сложных аспектах проектирования и управления. Искусственный интеллект может помочь в управлении ресурсами, анализируя данные о потреблении материалов и трудозатратах, что способствует более эффективному использованию ресурсов. Искусственный интеллект может быть использован для мониторинга качества строительных работ и обеспечения безопасности на строительных площадках, что является важной частью научно-технического сопровождения.

Разработка методики научно-технического сопровождения строительства промышленного комплекса может включать в себя различные аспекты, связанные с искусственным интеллектом (ИИ). Вот несколько направлений, в которых ИИ может быть применен в данной области:

- Планирование и проектирование: Искусственный интеллект может помочь в автоматизации процессов проектирования, используя алгоритмы машинного обучения для анализа данных и создания оптимальных проектных решений. Это может включать в себя генерацию архитектурных планов, выбор материалов и оценку затрат.
- Управление строительством: Системы на основе искусственный интеллект могут использоваться для мониторинга хода строительства, прогнозирования сроков выполнения работ и управления ресурсами. Например, алгоритмы могут анализировать данные о текущем состоянии проекта и предлагать корректировки для соблюдения графика.
- Качество и безопасность: Искусственный интеллект может быть использован для анализа данных о качестве материалов и работ, а также для предсказания потенциальных рисков и аварийных ситуаций на строительной площадке. Это может включать в себя использование дронов и камер для мониторинга состояния объектов.
- Обслуживание и эксплуатация: После завершения строительства искусственный интеллект может помочь в управлении эксплуатацией промышленного комплекса, анализируя данные о его работе и предлагая рекомендации по оптимизации процессов [4, с. 34].
- Обучение и подготовка кадров: ИИ может быть использован для создания обучающих программ и симуляторов, которые помогут работникам освоить новые технологии и методы работы в строительстве.

Разработка методики научно-технического сопровождения строительства промышленного комплекса является важным шагом к повышению качества и эффективности строительных процессов. Применение системного подхода и современных технологий позволит минимизировать риски и обеспечить успешную реализацию проектов. Важно, чтобы методика НТС была гибкой и адаптируемой к изменениям в условиях строительства и требованиям рынка.

Таким образом, методика научно-технического сопровождения строительства промышленного комплекса может включать в себя элементы искусственный интеллект на всех этапах - от проектирования до эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов, А. В., & Сидоров, И. П. (2020). Искусственный интеллект в строительстве: возможности и перспективы. *Строительные технологии*, 12(3), 45-52.
2. Яковлев, М. Ю. (2021). Применение нейронных сетей для оптимизации строительных процессов. *Научный вестник строительного университета*, 14(1), 66-73.
3. Кузнецов, В. Н. (2019). Применение методов машинного обучения в проектировании и строительстве. *Научные труды строительного университета*, 15(2), 78-85.
4. Петров, С. А., & Иванова, Е. В. (2021). Интеллектуальные системы управления строительными проектами. *Журнал строительной науки*, 8(1), 34-40.
5. Смирнов, Д. А. (2022). Автоматизация процессов проектирования с использованием искусственного интеллекта. *Современные технологии в строительстве*, 10(4), 22-29.
6. Федоров, А. И. (2023). Внедрение искусственного интеллекта в управление строительными проектами: опыт и рекомендации. *Строительство и архитектура*, 11(2), 50-58.
7. Шевченко, Н. В. (2020). Цифровизация строительной отрасли: роль искусственного интеллекта. *Экономика и управление в строительстве*, 9(3), 15-21.
8. Krylov, A., & Ivanov, S. (2021). "Artificial Intelligence in Construction: Current Trends and Future Directions." *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(5), 04021025. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002010.
9. Zhang, Y., & Wang, J. (2020). "Application of Machine Learning in Construction Project Management." *Automation in Construction*, 113, 103139. DOI: 10.1016/j.autcon.2020.103139.
10. Bock, T., & Linner, T. (2015). "Construction 4.0 – A New Industry Revolution." *In Proceedings of the 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*, 1-8.

УДК 624.15

Салимов Р.Б. (24-МСС-1, ВКТУ)

ВОЗМОЖНОСТЬ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫСОТЫ ПОДВАЛА В ПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ

Аннотация. Рассматриваются конструкции типовых панельных жилых домов. Дается оценка возможного использования площадей технических и подвальных этажей. Обосновывается эффективность использования подвалов для размещения объектов торговли, бытового обслуживания, досуга и развлечений. Приводится перечень задач, которые необходимо решить при увеличении высоты этажа. Оценивается влияние увеличения высоты на техническое состояние конструкций жилого дома и грунтовое основание фундаментов. Обосновывается необходимость инженерного расчета.

Ключевые слова: панельный жилой дом, подвальный этаж, высота этажа, обследование, грунтовое основание.

Начиная с шестидесятых годов прошлого века в жилищном строительстве сформировалась новая тенденция, названная полносборным домостроением. Для сокращения сроков и резкого наращивания объемов жилищного строительства это направление является оптимальным. Практически в каждом крупном городе вводились в строй объекты, выпускающие строительные конструкции и детали, получившие название домостроительных комбинатов.

Первые жилые панельные дома проектировались и строились прежде всего с целью наращивания объемов выпускаемого жилья и его дешевизны. В дальнейшем были разработаны жилые дома улучшенной планировки: с большей высотой этажа, увеличенной площадью кухонь, удобной планировкой. При этом не обращалось внимания на подвальные и верхние технические этажи, которые приспособлялись только для прокладки инженерных сетей. В частности, высота подвальных этажей в свету (между поверхностью пола и потолка) обычно назначалась в пределах 2 м.

Поскольку из панелей строились в основном пятиэтажные дома, до 30% площади в них не использовались из-за недостаточной высоты помещений. Таким образом, для повышения эффективности использования финансовых ресурсов на возведение жилых домов необходимо создать условие для использования технических и подвальных этажей. В верхнем этаже можно после реконструкции и создания мансарды расположить жилые помещения, а в подвальном – объекты торговли, бытового обслуживания, досуга и развлечений.

В настоящей статье рассматривается возможность изменения высоты подвального этажа и влияние такой реконструкции на техническое состояние строительных конструкций жилого панельного дома. Это особенно важно, так как с 2005 года изменена карта сейсмического зонирования и увеличена сейсмичность для города Усть-Каменогорска с 6 до 7 баллов [1].

В Усть-Каменогорске наиболее часто возводились каркасно-панельные жилые дома по типовой серии УК-70-1-335А. В этой серии применено удачное конструктивное решение с позиций сейсмического воздействия: каркасные дома по сейсмической шкале [2] относятся к типу В, обладающему наивысшей сейсмотеопасностью. Такие здания компоновались из блок - секций обычно трех типов. Они имели прямоугольную или ступенчатую форму в плане и включали торцевую левую секцию, несколько рядовых секций и торцевую правую секцию. Рядовые секции могли включать на первом этаже помещения магазинов, тогда они имели отличную от жилых квартир планировку.

В качестве примера на рисунках 1 и 2 приведены примеры планировочных решений левой торцевой и рядовой секций.



Рисунок 1 – Планировочное решение первого этажа

Каждая квартира кроме жилых комнат включала кухню, ванную, туалет, встроенные шкафы и коридоры, а также лоджию или балкон. Лоджии и балконы выходили на главный фасад жилого дома, обращенный в сторону улицы. На дворовой фасад выходят входные группы подъездов.

Все жилые комнаты в квартирах предусматривались непроходными. Ширина лестничных клеток 2.8 м; высота этажей 2.7 м.

По конструктивной схеме жилой дом относится к каркасно-панельным зданиям. Каркас сборный железобетонный, он состоит из плоских поперечных двухпролётных рам; размеры пролётов 5.8 м, шаг рам 3.2 м. В местах расположения лоджий, встроенных в объём здания и образующих западающие в плане участки продольных стен, пролёт уменьшается на ширину лоджии и составляет 4.94 м. Поперечное сечение колонн наружных рядов трапециевидное высотой 200 мм, шириной 170-200 мм; среднего ряда –

прямоугольное размером 200×400 мм. Сечение ригелей трапецевидное высотой 350 мм.

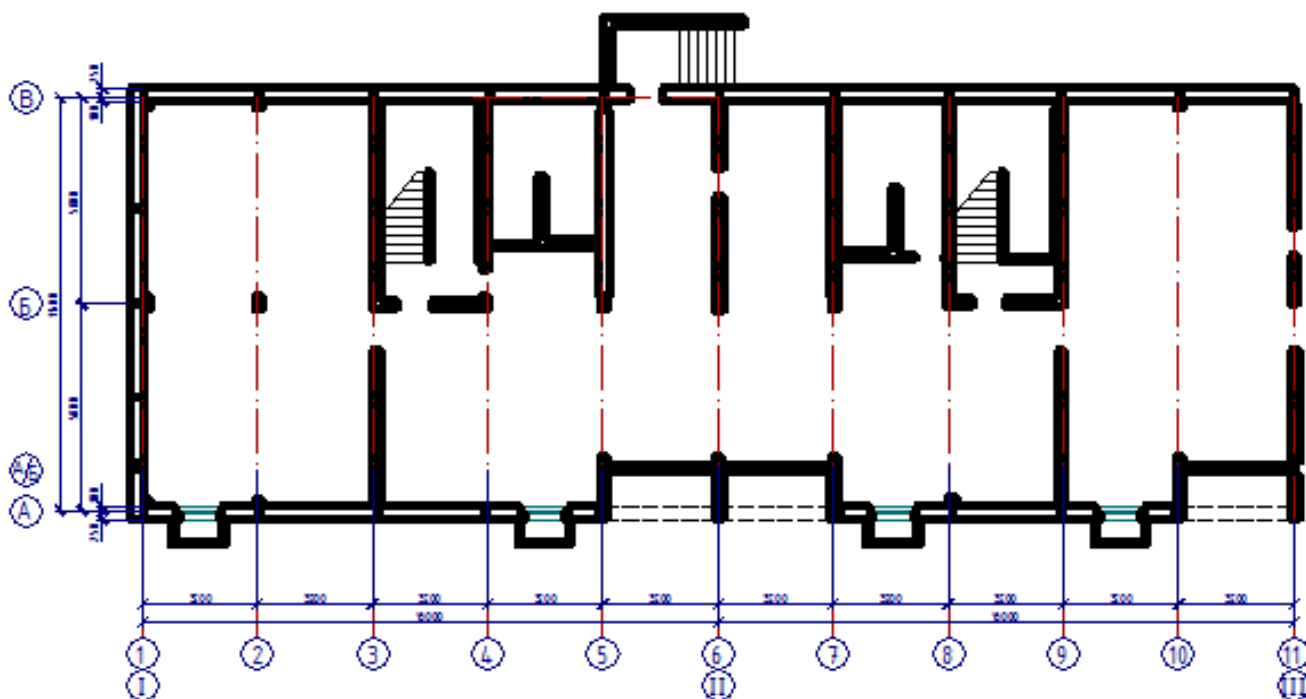


Рисунок 2 – Планировочное решение подвала

Узлы сопряжения ригелей с колоннами решены по принципу опирания сверху; верхние колонны опираются на нижние через ригели. Колонны и ригели соединяются с помощью сварки закладных деталей.

Стены лестничных клеток представляют собой сборные железобетонные панели-диафрагмы, обеспечивающие поперечную жёсткость здания; они являются несущими и воспринимают нагрузки от лестничных площадок и маршей. Одна стена лестничной клетки является сквозной – на всю ширину здания, она одновременно разделяет кухни соседних квартир; в ней располагаются вентиляционные каналы. Межквартирные перегородки были двухслойными, из гипсобетонных панелей, со слоем звукоизоляции из минераловатных материалов.

Продольная устойчивость каркаса здания обеспечивается наружными стенами, а также продольными диафрагмами жёсткости, представляющими собой глухие железобетонные панели толщиной 140 мм. Они расположены между колоннами среднего ряда по торцам каждой секции и в её середине, образуя стену лестничной клетки.

Наружные стены жилого дома панельные самонесущие трёхслойные, толщиной 350 мм со средним слоем из керамзитобетона. Панели соединяются между собой, а также с колоннами и поперечными диафрагмами сваркой закладных деталей.

Междуэтажные перекрытия выполнены из плоских железобетонных плит размером на комнату, опирающихся на ригели каркаса или на поперечные и

продольные диафрагмы жёсткости. Большинство плит перекрытия опираются по двум сторонам и соединяются с элементами каркаса сваркой закладных деталей.

Лестничные клетки состоят из сборных маршей и площадок. Площадки представляют собой ребристые железобетонные плиты, опирающиеся на стены лестничных клеток, поэтому наружные стены лестниц являются несущими. Лестничные марши ребристые, складчатого типа.

Сантехкабины в квартирах представляют собой автономные объёмные железобетонные элементы заводского изготовления.

Плиты балконов и лоджий плоские железобетонные; ограждения лоджий выполнены из сборных железобетонных тонкостенных плит. Входные группы в подъезды представляют собой железобетонные навесы, состоящие из плиты покрытия и двух стоек переменного прямоугольного сечения, заделанных в гнезда плиты входного крыльца.

Межкомнатные перегородки в квартирах были гипсобетонными толщиной 80 мм. Они крепились к колоннам и ригелям каркаса с помощью анкеров из стальных стержней круглого сечения.

Фундаменты под колонны каркаса столбчатые, под наружные и внутренние стены – ленточные, или из фундаментных балок, опирающихся на столбчатые фундаменты колонн. Ленточные участки фундаментов смонтированы из сборных бетонных блоков на цементном растворе.

Входы в подвал расположены в лестничных клетках подъездов жилого дома. Несущими конструкциями подвального этажа являются цокольные железобетонные панели наружных стен и сборные железобетонные безраскосные элементы, на которые опираются диафрагмы жёсткости надземной части здания и плиты перекрытия.

Для решения вопроса о возможности увеличения высоты этажа вначале следует провести обследование технического состояния строительных конструкций подвала, включая исследование механических свойств грунтов основания фундаментов. Обследование строительных конструкций должно производиться организациями, аттестованными на право выполнения данного вида работ. Методика обследования обычно включает поиск дефектов и повреждений, оценку прочности бетона, фиксацию неравномерных осадок грунтового основания фундаментов.

Если техническое состояние строительных конструкций в соответствии со сводами правил [3, 4] оценивается, как работоспособное, разрабатывают техническое решение по увеличению высоты этажа, либо определяют допустимое значение высоты. При этом для сейсмоопасной зоны необходимо оценить опасность сдвига фундамента при землетрясении, которая возрастает, если глубина заделки подошвы фундамента уменьшается [1].

При углублении подвала возникает следующий риск, если уровень пола будет на уровне подошвы фундамента, или чуть выше, то грунт, особенно влажный глинистый, может выдавиться из-под подошвы. Это приведет к местной просадке столбчатого фундамента под колонну и перекосу каркаса.

Могут возникнуть большие внутренние усилия, которые способны вызвать разрушение элементов и узлов. Чтобы избежать этого, необходимо устроить толстый бетонный, желательно армированный пол. Если этого не достаточно, то требуется устройство подпорных стенок вокруг фундамента, чтобы предотвратить выпучивание грунта.

В этом случае необходимо выполнить проверочный расчет [5, 6], чтобы определить требуемые параметры конструкции пола и подпорной стенки.

Так расчет подпорной стенки можно выполнить на устойчивость против опрокидывания и сдвига по методике, изложенной [5]. Аналогичные методы расчета рекомендуются сводом правил [7].

После окончания расчета разрабатываются рабочие чертежи усиления фундаментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП РК 2.03-30-2017*. Строительство в сейсмических зонах / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2018. – 111 с.
2. СН РК 2.03-28-2004. Шкала для оценки интенсивности землетрясений MSK-64(K). Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и торговли РК, Алматы, 2004. – 16 с.
3. СП РК 1.04-101-2012. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015.
4. СП РК 1.04-110-2017. Обследование, оценка технического состояния и сейсмоусиление зданий и сооружений / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 49 с.
5. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1988. – 415 с.
6. СНИП РК 5.01-01-2002. Основания зданий и сооружений / Комитет по делам строительства Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан, Астана, 2003. – 50 с.
7. СП РК EN 1997-1:2004/2011. Геотехническое проектирование. Часть 1. Общие правила / Комитет по делам строительства и жил.- ком. хозяйства Министерства национальной экономики РК, Астана, 2016. – 140 с.

УДК 727.12:796.9

Самойленко В. А. (20-АР-1, ВКТУ), Комлев С.В. (старший преподаватель, ВКТУ)

АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШКОЛЫ-ИНТЕРНАТА ПО ЗИМНИМ ВИДАМ СПОРТА

***Аннотация.** Рассмотрены функциональные требования к специализированным школам-интернатам и возможности развития архитектурно-планировочной структуры на основе стандартных требований нормативных документов; в соответствии с ключевыми факторами, определяющими необходимость совершенствования инфраструктуры региона, активной социализации подростков, развития массового спорта, популяризации здорового образа жизни.*

***Ключевые слова:** архитектура, школа-интернат, проектирование, зимние виды спорта.*

Спорт – одно из древнейших проявлений культуры человечества: ещё в античные времена люди соревновались в скорости, силе и меткости. Для профессионального занятия спортом необходимо с раннего детства развивать систему специализированных объектов, где дети могут учиться, тренироваться, отдыхать и заниматься досугом. В настоящее время существует практика, когда наиболее одаренных и способных юных спортсменов включают в состав школ Олимпийского резерва [1].

К основным моментам для реализации качественного образования и тренировочного процессов для детей относятся создание учебных заведений, где дети получают образование и тренируются на одной территории; создание тренировочных баз, приспособленных для занятий спортом в любое время года; обеспеченность квалифицированным преподавательским составом и тренерами; регулярный контроль здоровья детей с участием врачей, спортивных психологов и физиотерапевтов [2].

Актуальность определения архитектурно-планировочных особенностей проектирования школ-интернатов по зимним видам спорта обусловили следующие факторы:

- необходимость развития массового спорта и повышения вовлеченности детей и молодежи в спорт, популяризации здорового образа жизни и профилактики заболеваний;
- перспективное развитие спортивной инфраструктуры регионов, строительство спортивных объектов для тренировок, соревнований и общественных мероприятий;
- требования социальной интеграции молодежи через спортивные программы, особенно в регионах, где ограничены возможности для развития детей;

- возможность активной социализации и формирования лидерских качеств подростков, воспитание будущих чемпионов не только в физическом, но и в морально-психологическом плане;
- повышение туристической привлекательности региона, возможность привлечения инвестиций, развитие экономики и повышение уровня жизни населения.

Спортивная школа-интернат — это особая среда, в которой растёт, развивается, воспитывается и обучается ребёнок. В отличие от обычных интернатов, отбор детей осуществляется не по принципу отсутствия семьи, а по способностям в спорте.

Воспитание спортсменов в школах-интернатах имеет свои особенности, которые связаны с тем, что ученики находятся в замкнутом образовательном пространстве и обучаются не только по программе общеобразовательной школы, но и проходят спортивную подготовку.

Основные аспекты такого воспитания:

- Комплексный подход. Воспитание в спортивных интернатах включает как образовательный, так и физический компоненты. Внимание уделяется не только академической успеваемости, но и спортивным достижениям. Развитие физических и личностных качеств происходит параллельно;
- Дисциплина и режим дня. Спортсмены в таких школах должны придерживаться строгого режима дня. Это способствует развитию ответственности, самоорганизации и дисциплины. Каждый день расписан по часам: тренировки, учеба, отдых, сон;
- Формирование характера. Спортивная деятельность, особенно на высоком уровне, требует настойчивости, силы воли и умения справляться с неудачами. В интернатах создаются условия для формирования этих качеств, что помогает подготовить юных спортсменов к будущим испытаниям в профессиональной карьере;
- Коллективизм и социальное развитие. Постоянное пребывание в коллективе помогает развивать социальные навыки, умение работать в команде и поддерживать взаимную помощь. Коллективная жизнь способствует воспитанию ответственности за других, а также развитию лидерских качеств;
- Психологическая поддержка. Важно учитывать, что спортивные нагрузки и соревнования создают высокую эмоциональную нагрузку. В школах-интернатах часто работают спортивные психологи, которые помогают юным спортсменам справляться с тревогой, стрессом и давлением со стороны тренеров и окружения;
- Питание и медицинское сопровождение. Важным аспектом воспитания и развития спортсменов является обеспечение сбалансированного питания, а также постоянное медицинское наблюдение. Особое внимание уделяется профилактике травм и восстановлению после нагрузок;
- Подготовка к профессиональной карьере. Спортивные школы-интернаты готовят учеников к профессиональной карьере в спорте. Однако

наряду с этим им дают и общее образование, что позволяет спортсменам в будущем выбирать альтернативные пути развития, если спортивная карьера не сложится.

Таким образом, воспитание спортсменов в школах-интернатах строится на интеграции образовательного процесса с интенсивной спортивной подготовкой, формировании личностных качеств, которые будут необходимы как в спорте, так и в жизни.

Школа-интернат — образовательное учреждение с круглосуточным пребыванием обучающихся, созданное в целях воспитания детей, формирования у них навыков самостоятельной жизни и всестороннего раскрытия творческих и интеллектуальных способностей. К школам-интернатам, в которых учащиеся находятся круглосуточно, предъявляются особые требования, что определяется необходимостью создания рациональных условий для проведения внеучебного времени и полноценного отдыха воспитанников. Исходя из этого численность учащихся школ-интернатов не должна превышать 280—340 детей.

На территориях интернатов должны выделяться следующие основные функциональные зоны: учебные, физкультурно-спортивные, отдыха, хозяйственные.

Состав и взаимное расположение функциональных зон зданий должны соответствовать пространственной организации технологических процессов, обеспечивать эффективную взаимосвязь помещений между собой (рис.1).

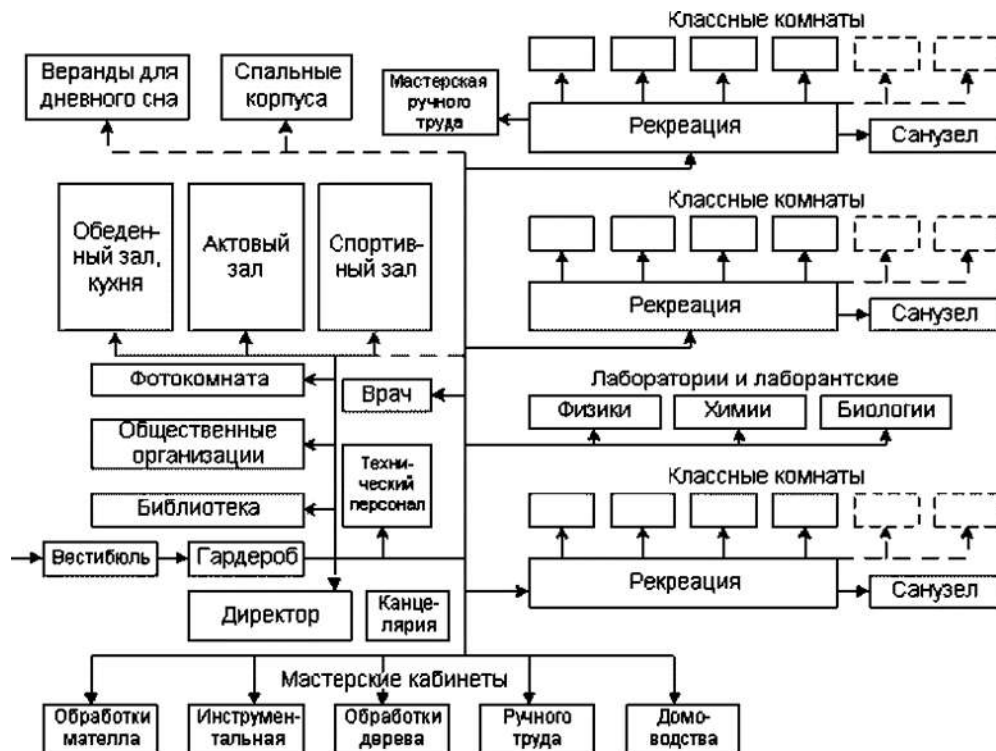


Рисунок 1. Функциональная организация школы-интерната

Размеры земельных участков интернатов в зависимости от их проектной вместимости принимаются в соответствии с требованиями СН РК 3.01-01-2013.

В составе зданий жилого комплекса интернатов следует предусматривать следующие функциональные группы и помещения: вестибюльные, административные, жилые ячейки, общевоспитательного назначения, пищеблоки со столовыми, хозяйственно-складские, медицинские пункты, помещения для отдыха, санитарно-бытовые помещения, учебно-игровые комнаты, служащие также помещениями для подготовки уроков и игр [3].

Помещения, необходимые для проживания воспитанников, проектируются по принципу жилой ячейки (рис. 2) [3].

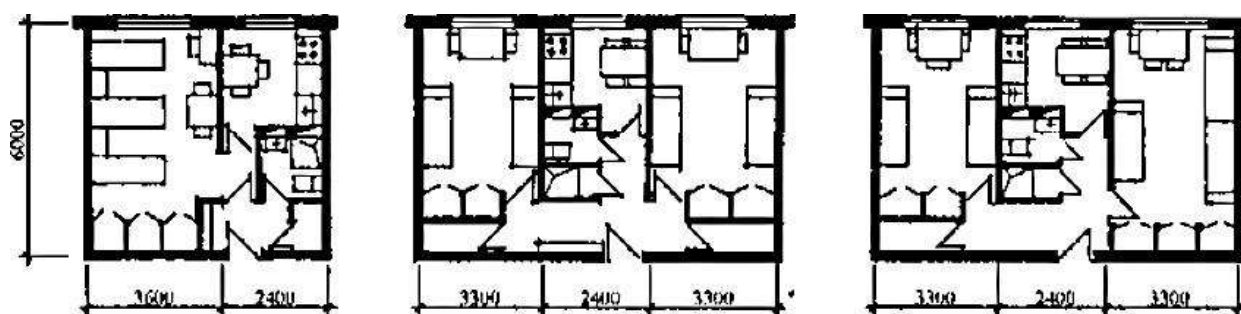


Рисунок 2. Жилая ячейка в интернате [49]

Жилая ячейка в интернате обычно представляет собой небольшую комнату или несколько комнат, где проживают учащиеся. В зависимости от типа интерната, жилая ячейка может быть индивидуальной или рассчитанной на нескольких человек [3].

Комнаты жилых ячеек следует ориентировать на восток, юг и юго-восток.

В зданиях интернатов проживание обслуживающего персонала и других лиц не допускается, исключением может быть проектирование квартир для холостых специалистов и семейных учителей [3].

Жилая ячейка должна состоять из:

- обособленных жилых комнат для мальчиков и девочек;
- комнаты воспитателя;
- помещения для переодевания с сушильными шкафами;
- кладовых для хранения личных и сезонных вещей;
- кладовых для хранения уборочного инвентаря;
- санитарных блоков при жилых комнатах для девочек и мальчиков.

Каждый санитарный блок должен состоять из изолированного туалета с умывальником в шлюзе, ванной с душем и ножной ванной [3].

Комнаты для воспитателей следует размещать между помещениями жилых ячеек и комнатами дневного пребывания каждой группы воспитанников (гостиные и рекреации) [3].

На этажах жилых ячеек необходимо предусматривать помещения для сменной одежды обслуживающего персонала (воспитателей), а также на каждом этаже комнаты для дневных и ночных воспитателей [3].

Представляет интерес сравнение приведенных планировок жилых ячеек, разработанных на основе действующие в Казахстане нормативных документов, и зарубежного опыта проектирования и строительства школ-интернатов по зимним видам спорта. Примеры жилых ячеек представлены на рисунке 3.



Рисунок 3. Планировка жилых ячеек (схемы автора)

Как показывает современная практика проектирования и строительства школ-интернатов, совмещение стандартного технического задания и требований, предъявляемым к специализированным учебным заведениям, объединяющим общеобразовательную, спортивную подготовку и временное проживание, позволяет значительно расширить функциональную программу каждого блока помещений, получить архитектурно-планировочные решения, отвечающие социальным запросам общества.

Отмечается тенденция внедрения в проектные решения визуальной открытости и сложности внутреннего пространства, разнообразия пространств различной типологии и масштаба, богатства используемых материалов, многоплановой связи с окружающим ландшафтом и эффективного использования территории.

Результаты исследования по данному направлению планируется использовать в проектных решениях школ-интернатов по зимним видам спорта, в дальнейших публикациях по методике разработки архитектурно-планировочных решений и пространственной организации учебных и спортивных комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов В. Н., Сафонов Л. В., Шустин Б. Н. СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЛИМПЕЙСКОМ СПОРТЕ // ТипФК. 2021. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-nauchnye-issledovaniya-v-olimpiyskom-sporte> (дата обращения: 01.10.2024).
2. Мелихов И. Д., Лобанова В. В., Погорелко Е. А. ФОРМИРОВАНИЕ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ В СССР // Вестник науки. 2025. №2 (83). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-zdorovogo-obraza-zhizni-v-sssr> (дата обращения: 14.03.2025).
3. СН РК 3.02-12-2013*. Здания интернатных организаций.

УДК 004.8

Синельников А.И. (23-МСС-1, ВКТУ)

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И КОМФОРТА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. Современное строительство сталкивается с необходимостью повышения энергоэффективности жилых зданий на фоне глобальных изменений климата и растущих цен на энергоносители. Искусственный интеллект (ИИ) предлагает многогранные решения для оптимизации использования ресурсов и повышения комфорта жителей. В данной статье рассматриваются основные направления применения ИИ в области эксплуатации и управления жилыми зданиями, доступные на данный момент, системы управления умным домом, а также анализируются примеры успешной реализации таких технологий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, умный дом, комфортное жилое пространство, энергоэффективность, голосовой помощник.

Несмотря на рост качества строительных материалов и постоянное совершенствование строительных технологий, проблема энергоэффективности в жилом строительстве становится все более актуальной. Связано это одновременно с двумя явлениями. С одной стороны при всё возрастающем потреблении энергоресурсов, их стоимость неуклонно растёт, приводя к значительным экономическим издержкам. С другой стороны, при наращивании жилого строительства и соответствующей инфраструктуры, всё больший вред наносится экосистеме планеты. Так по данным Международного энергетического агентства, около 40% конечного потребления энергии и 33% выбросов углерода приходятся на здания. В этом контексте применение технологий «умного дома» совместно с технологией ИИ открывает новые горизонты для оптимизации энергорасходов и улучшения комфорта проживания.

Само понятие «Умный дом» (англ. Smart House, Intelligent Building) подразумевает жилой дом из современных строительных материалов, организованный таким образом, чтобы при использовании высокотехнологичных устройств добиться максимального удобства для проживания людей. Впервые данное понятие было сформулировано в 1970-х годах как «Здание, обеспечивающее продуктивное и эффективное использование рабочего пространства...»

В настоящее время информационные технологии оказали существенное влияние на окружение и быт человека, а современные информационные системы предлагают множество различных решений как для многоквартирной жилой застройки, так и для частного жилого сектора.

Итак, ожидаемые результаты от внедрения «умного дома» могут быть сформулированы следующим образом:

- обеспечение комфортных условий проживания и экономное

потребление ресурсов всеми инженерными системами здания;

- жизнеобеспечение здания, обеспечение безопасности в жилых и нежилых помещениях, на придомовой территории с использованием необходимых интерфейсов контроля и управления;

- формирование первоочередных мероприятий по содержанию жилых зданий, распределение этих мероприятий и контроль за их осуществлением.

Первоначально система управления «умным домом» осуществлялась по предзагруженным профилям с приоритетами или в ручном режиме. Однако с развитием и внедрением ИИ в центральную систему управления «умным домом» произошла трансформация здания в «мыслящее» и способное принимать самостоятельные решения, применяемые в динамично меняющихся обстоятельствах. [1]

Следует отметить, что искусственный интеллект — это область компьютерных наук, занимающаяся созданием систем, способных выполнять задачи, требующие применения человеческого интеллекта, но без привлечения людей. Существует несколько типов ИИ, включая машинное обучение, нейронные сети и экспертные системы. Каждый из них находит свое применение в различных аспектах управления зданиями.

Система умного дома, включающая в себя ИИ обладает большей адаптивностью и требует меньших трудозатрат для установки и последующей эксплуатации. Такая система будет учитывать индивидуальные особенности жильцов, их привычки и предпочтения. Кроме того, данная система будет автоматически отслеживать состояние жилого помещения и оборудования внутри него, например автоматически отключая электропитание неиспользуемых устройств, которые не нуждаются в постоянном электропитании.

Вот основные преимущества от внедрения ИИ в систему умного дома:

1. Автоматизация рутинных задач. ИИ может выполнять ежедневные задачи без участия человека, адаптируясь к непредсказуемым изменениям, происходящим в процессе жизнедеятельности обитателей жилища.

2. Оптимизация потребления энергии. ИИ может контролировать энергопотребление и управлять такими устройствами, как электронагреватели, кондиционеры и освещение, чтобы снизить расходы на электроэнергию.

3. Улучшение безопасности. ИИ способен обнаружить необычную активность в доме и сообщить об этом своему владельцу, а также способен использовать камеры видеонаблюдения, чтобы идентифицировать угрозу.

4. Повышение удобства и комфорта. ИИ может использоваться для автоматического регулирования освещения и температуры в доме, определения настроения и предпочтений жильцов, чтобы создать наиболее комфортные условия для их проживания.

5. Оптимизация ухода за домом. ИИ может помочь в управлении уборкой, контроле за водоснабжением, определении неисправностей и т.д., что поможет снизить затраты на обслуживание и ремонт.

Одним из главных преимуществ использования ИИ является его

способность анализировать большие объемы данных и выявлять скрытые закономерности и взаимосвязи между ними. Это делает ИИ хорошим инструментом для решения сложных задач.

Что касается применения ИИ в сфере энергосбережения, смарт-системы способны за короткое время обрабатывать большие объемы данных, это позволяет выявлять паттерны и аномалии в потреблении энергии, а также предсказывать будущие потребности. Такой подход приводит к оптимизации процессов и значительному снижению расходов. Кроме того, системы ИИ могут быть применены на ранних этапах проектирования зданий для создания моделей, оптимизирующих использование солнечной энергии, вентиляции и отопления. Использование алгоритмов машинного обучения позволяет быстро анализировать и оценивать множество проектных решений. Также эти системы могут помочь в выборе строительных материалов, обеспечивающих лучшую теплоизоляцию. Например, анализируя данные о теплофизических характеристиках различных материалов, они могут рекомендовать наиболее подходящие варианты.

Одним из наиболее ярких примеров применения ИИ является автоматизация систем управления отоплением, вентиляцией и кондиционированием воздуха (HVAC). Умные термостаты могут адаптироваться к привычкам жильцов, минимизируя потребление энергии в часы, когда никого нет дома. Системы ИИ анализируют данные от сенсоров и могут выявлять утечки энергии, неэффективные элементы системы или неисправности на ранних этапах. Это позволяет не только экономить энергию, но и снижать расходы на техническое обслуживание.

Кроме того, ИИ позволяет адаптировать климатические условия под предпочтения пользователей. Например, система может автоматически регулировать температуру в зависимости от текущей погоды и предпочтений жильцов, создавая комфортную атмосферу с минимальными затратами. С помощью анализа данных о привычках пользователей ИИ может предсказать, когда жильцам потребуется больше или меньше энергии, позволяя корректировать расход в соответствии с их нуждами.

На данный момент реализуется целый ряд систем управления и автоматизации, каждая из которых обладает своими особенными и уникальными чертами. Вот наиболее крупные из них: Alexa от компании Amazon; Google Home и Nest Learning Thermostat от корпорации Google; Яндекс.Алиса от компании Яндекс; Samsung SmartThings от Samsung. Таким образом, можно заметить, что крупные игроки электронного рынка стараются развивать собственные системы управления «умным домом», под управлением искусственного интеллекта. [2]

Следует так же отметить, что в мире активно прорабатывается нормативно-строительная база, затрагивающая внедрение технологии «умный дом». Так в 2023 году, в нашей стране был принят Свод Правил Республики Казахстан (СП РК 3.02-145-2023) «Общие требования к зданиям с домашней автоматизацией «Умный дом». А 1 февраля 2025 года в Российской

Федерации вступил в силу ГОСТ Р 71868-2024 получивший название «Системы киберфизические. Умный дом. Классы многоквартирных домов. Часть 1. Требования к классам» в сфере систем «умного дома» для многоквартирных жилых домов. Эти документы разработаны в целях создания комфортных и безопасных условий проживания граждан в многоквартирных домах, обеспечения инвентаризации, учета и оптимизации коммунальных услуг, контроля состояния всех видов энергоресурсов, а также управления и мониторинга инженерных систем здания.

Если же начать рассматривать мировой опыт внедрения «умных домов», то первым таким домом по праву считается «Дом трона» японского профессора Кена Сакамуры в Токио, построенный в конце 1980-х годов. Датчики погоды открывали окна, когда дул свежий бриз, и включали кондиционер, когда становилось жарко. Если радио играло слишком громко, окна автоматически закрывались, чтобы не потревожить соседей, а если звонил телефон, компьютер снижал звук аудиосистемы. [3]

В целях более эффективного внедрения передовых технических решений в Европе была создана специальная организация, — Европейская Группа Интеллектуальных Зданий (EIBG), которая ставит своей целью развитие и распространение концепции «умного дома». Одним из предметов гордости этой организации — открытый для эксплуатации еще в 1992 году международный аэропорт Мюнхен II, являющийся вторым по величине в Германии. Система управления аэропорта контролирует более 112000 элементов и интегрирует в себя 13 крупных подсистем, в том числе управление энергетической установкой комплекса, функциями по перемещению пассажиров в пределах терминала, управлением внутренними системами освещения, системой освещения взлетно-посадочных полос, систем транспортировки багажа, лифтами (эскалаторами) и посадочными переходами. Несмотря на то, что аэропорт был построен еще в прошлом веке, многие решения до сих пор являются уникальными.

Республика Казахстан также не отстает от мировых трендов и уже в 2012 году, в Астане состоялась презентация многоквартирного жилого дома по ул. Куйши Дина, 37, преобразованного в современный «умный дом». Пилотный проект по проведению капитального ремонта с термомодернизацией многоквартирного дома по ул. Куйши Дина, 37 реализован в соответствии с алгоритмом Программы модернизации ЖКХ. В рамках реализации проекта была внедрена система центральной диспетчеризации, что обеспечивает дистанционный съем данных со всех счетчиков, установлены общедомовой прибор учета и автоматизированный тепловой пункт, которые уже с начала отопительного сезона позволили жильцам дома сэкономить до 25% теплопотребления. Но самым важным является то, что благодаря проекту выработан алгоритм профессионального управления перспективными многоквартирными жилыми домами, а также разработано пособие «Модель взаимодействия субъектов ЖКХ» для распространения среди широких слоев населения. [4]

Несмотря на большое количество преимуществ, возникающих в рамках применения систем ИИ в жилых зданиях, не следует забывать и о вызовах, которые предстоит преодолеть:

- Начальные затраты на установку "умных" систем и технологий ИИ остаются достаточно высокими. Необходима государственная программа для поддержки внедрения инновационных технологий.

- Для работы систем с ИИ требуются значительные объемы данных, что поднимает вопросы конфиденциальности и безопасности. Необходимы строгие меры для защиты личной информации пользователей и предотвращения кибератак.

- Большинство существующих зданий не приспособлены к оборудованию современными системами, что делает их интеграцию с новыми технологиями сложной задачей. Разработка адаптивных решений и программ модификации для таких зданий может стать важным шагом вперед.

Таким образом хочется отметить, что применение искусственного интеллекта в жилых зданиях открывает новые возможности для повышения энергоэффективности и комфорта. Исторически доминирующие методы управления потреблением энергии и условий проживания уходят в прошлое, а на смену им приходят инновационные ИИ-решения. Важно продолжать исследования в данной области, чтобы отрабатывать новые механизмы и интегрировать их в повседневную практику.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП РК 3.02-145-2023 «Общие требования к зданиям с домашней автоматизацией «Умный дом»
2. Харчикова М.А., Илюхина С.С. «Использование технологий искусственного интеллекта при создании системы умного дома» — Екатеринбург: Издательство «Ажур» – 2023. — С. 814-818
3. «Умные здания в Казахстане: построить некому продать» – URL: <https://profit.kz/articles/12360/Umnie-zdaniya-v-Kazahstane-postroit-nekomu-rodatt>
4. «В Астане презентуют «умный дом» – URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31276313
5. Филиппов М.А. «Использование искусственного интеллекта для управления умным домом» – Зеленоград: Международный научный журнал «Символ науки», № 4-2 / 2023. – С. 31-32.
6. Кириенко А. С., Соловьев И. П. «Анализ активности человека в задаче автоматизированного управления «Умным домом» // КИО. 2017.

УДК 721.021.23

Серікова А.Р. (23-МАР-2, ВКТУ), Иноземцева Т.А. (кандидат архитектуры, ВКТУ)

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ДИЗАЙН В АРХИТЕКТУРЕ: РЕВОЛЮЦИЯ ИЛИ ИНСТРУМЕНТ?

Аннотация. В статье рассматривается генеративный дизайн в архитектуре как один из наиболее инновационных методов проектирования, основанных на алгоритмах искусственного интеллекта (ИИ). Анализируются ключевые преимущества данной технологии, такие как оптимизация конструктивных элементов, снижение затрат, ускорение процесса проектирования и повышение энергоэффективности. Обсуждается вопрос, является ли генеративный дизайн революцией в архитектуре или лишь вспомогательным инструментом для архитекторов. В заключении делается вывод о синергии ИИ и человеческого творчества, которая позволяет создавать устойчивые, адаптивные и инновационные архитектурные объекты.

Ключевые слова: Генеративный дизайн, искусственный интеллект, архитектурное проектирование, современная архитектура, архитектурные технологии.

Современные технологии все глубже проникают в архитектурное проектирование, и одной из самых значительных инноваций последнего десятилетия стал генеративный дизайн. Эта концепция, основанная на алгоритмах искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения, позволяет создавать уникальные, сложные и функциональные формы зданий, которые раньше были невозможны.

Генеративный дизайн – это процесс, при котором алгоритмы самостоятельно генерируют варианты проектных решений на основе заданных параметров и ограничений. В отличие от традиционного подхода, где архитектор вручную создает чертежи и макеты, генеративные алгоритмы способны перебирать тысячи вариантов и предлагать оптимальные решения. Благодаря генеративному проектированию можно оптимизировать конструктивные элементы, снижать материальные и производственные затраты, упрощать масштабирование процессов и повышать общую эффективность работы [6].

Искусственный интеллект (ИИ) — это область компьютерных наук, которая занимается созданием систем, способных выполнять задачи, требующие человеческого интеллекта. Такие задачи включают обучение, анализ данных, прогнозирование, обработку изображений и автоматизацию процессов.

Современные архитектурные процессы сталкиваются с многочисленными бюрократическими сложностями и временными затратами. Даже при проектировании одной структуры без значительных особенностей может

потребоваться от шести до восемнадцати месяцев, а при наличии дополнительных требований, таких как экологические нормы или устойчивость к природным катаклизмам, сроки значительно увеличиваются. В условиях таких вызовов появляется необходимость поиска новых подходов к проектированию, одним из которых является внедрение искусственного интеллекта (ИИ).

Еще в середине XX века в архитектурном творчестве стали использоваться цифровые инструменты. Системы автоматизированного проектирования начали предлагать более широкие возможности, чем простое воспроизведение вручную созданных чертежей в электронном виде, что обеспечило компаниям, внедряющим CAD, очевидные экономические преимущества, так в 1980-х оно стало повсеместным.

Сегодня архитекторы сталкиваются с новыми цифровыми вызовами, такими как искусственный интеллект, большие данные, автоматизация. Все эти технологии трансформируют архитектурную индустрию. Например, ИИ помогает в анализе данных, прогнозировании проектных решений и даже в создании архитектурных форм. Сегодня мы находимся в той точке, где искусственный интеллект и цифровые технологии начинают активно применяться в архитектуре.

Искусственный интеллект (ИИ) стремительно меняет сферу архитектуры, предлагая инновационные решения для проектирования, моделирования и строительства. От создания концепций умных городов до автоматизации проектной документации — технологии ИИ помогают архитекторам оптимизировать рабочие процессы и принимать более обоснованные решения. Рассмотрим ключевые направления использования ИИ в архитектуре.

1. Оптимизация раннего планирования: Используя генеративные модели, такие как GAN, можно автоматически создавать планы зданий, учитывая размеры участка и окружающую среду. Это снижает необходимость ручного черчения и ускоряет процесс проектирования.

2. Улучшение картографирования: ИИ может анализировать спутниковые снимки и другие геоданные, автоматически определяя подходящие участки для застройки. Это помогает архитекторам принимать решения о размещении зданий с учетом топографии, инфраструктуры и экологических факторов.

3. Автоматизация эскизирования: Машинное обучение может ускорить процесс создания эскизов, генерируя визуализации на основе предпочтений архитектора. Это позволяет быстрее разрабатывать концептуальные проекты и экспериментировать с разными стилями.

4. Оптимизация соответствия нормам: ИИ-алгоритмы могут анализировать проектные решения на соответствие строительным нормам и стандартам, что снижает риск нарушений и упрощает процесс согласования документов.

5. Улучшение городского планирования: Используя технологии анализа данных, ИИ может моделировать транспортные потоки, уровень загрязнения и плотность застройки, помогая оптимально планировать развитие городов и районов.

6. *Энергоэффективное проектирование:* Анализируя теплообмен, освещенность и вентиляцию, ИИ позволяет снизить энергозатраты и улучшить экологические показатели объектов.

7. *Применение параметрической архитектуры:* Алгоритмы ИИ позволяют создавать сложные геометрические формы и адаптивные конструкции, которые невозможно спроектировать вручную. Это открывает новые горизонты в архитектурном дизайне.

8. *Автоматизация документации:* ИИ может автоматически создавать спецификации, расчеты и другую техническую документацию, что значительно экономит время и снижает риск ошибок.

Современные инструменты на основе искусственного интеллекта, такие как Autodesk Spacemaker, Delve, Quintet, Arup Neuron, DALL-E 2, Midjourney, Microsoft AI и Daniel McDuff, уже активно применяются в архитектурной практике (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 - Современные инструменты на основе ИИ [1]

Современные технологии значительно расширяют возможности искусственного интеллекта в архитектуре. Информационное моделирование зданий позволяет интегрировать все проектные данные в единую цифровую модель. Технологии 3D-печати дают возможность быстро создавать прототипы зданий и инженерных конструкций. Дополненная реальность позволяет визуализировать будущие здания в реальном окружении, а виртуальная реальность дает заказчикам и архитекторам детально изучить проект до начала строительства. Эти технологии помогают принимать более обоснованные решения на ранних этапах проектирования [1].

Одним из ярких примеров является Центр Гейдара Алиева в Баку (рисунок 2), спроектированный Захой Хадид и завершённый в 2012 году. Это

здание с его плавными, изгибающимися формами демонстрирует, как инструменты генеративного дизайна и искусственного интеллекта могут менять традиционные представления об архитектуре. Генеративные алгоритмы, интегрированные в программное обеспечение Autodesk и Rhino, сыграли важную роль в разработке сложных геометрических решений, обеспечив гармоничное сочетание эстетики и функциональности [4].



Рисунок 2 - Центр Гейдара Алиева в Баку [4]

Вдохновляющий пример интеграции ИИ в архитектурные процессы демонстрирует и офис Autodesk в Торонто (рисунок 3). Используя собственный инструмент генеративного дизайна Project Discover, компания смогла создать оптимальное рабочее пространство, которое учитывает потребности сотрудников. Алгоритмы проанализировали предпочтения команды, уровень естественного освещения, потоки передвижения и акустические характеристики помещений, предложив множество вариантов планировки. В результате архитекторы получили возможность выбрать наиболее удобную и эффективную конфигурацию офиса без традиционных ошибок в дизайне.

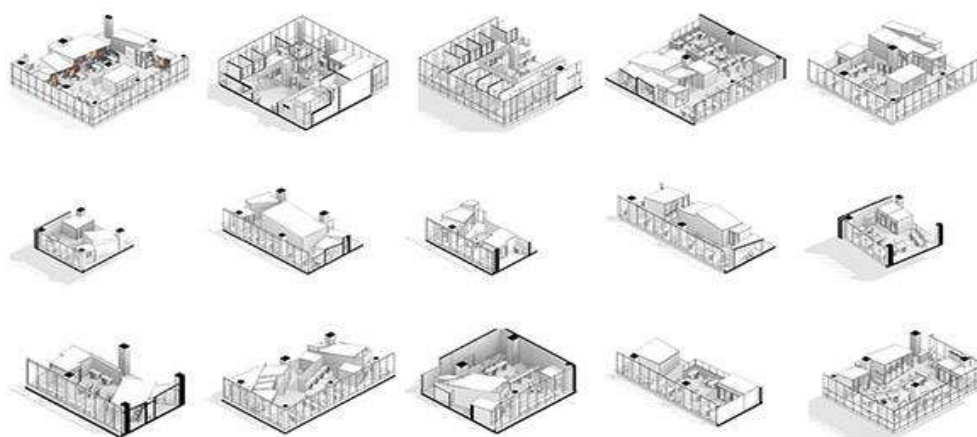


Рисунок 3 - Генеративный дизайн технологического центра Торонто [2]

Эти примеры показывают, что искусственный интеллект уже играет значительную роль в современной архитектуре. Благодаря генеративному дизайну архитекторы могут создавать более сложные, адаптивные и функциональные здания, сочетая инновационные алгоритмы с традиционными методами проектирования. В будущем такие технологии будут только

совершенствоваться, расширяя границы возможного в архитектурном проектировании. Некоторые считают, что генеративный дизайн размывает границы традиционной архитектуры и снижает значимость креативного процесса. Однако в действительности этот инструмент не заменяет архитектора, а дополняет его.

Искусственный интеллект открывает перед архитекторами новые горизонты, позволяя автоматизировать процессы, анализировать огромные объемы данных и находить инновационные решения. Однако внедрение ИИ требует осторожного подхода, глубокого понимания его возможностей и ограничений. Совмещая искусственный интеллект с традиционными методами проектирования, архитекторы могут создавать более эффективные, безопасные и устойчивые здания будущего.

По прогнозам ООН, к 2100 году население мира достигнет 11,2 млрд человек, что потребует масштабного строительства и эффективной инфраструктуры [1]. Ускоренная урбанизация вынуждает архитекторов и инженеров разрабатывать решения с учетом роста населения, а ИИ играет в этом процессе все более значимую роль.

В будущем архитектура все больше будет связана с цифровыми технологиями, а искусственный интеллект станет неотъемлемой частью проектирования. Инновации в строительных материалах, автоматизация и 3D-печать зданий радикально изменят индустрию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Artificial intelligence in architecture: 10 use cases and top technologies [Электронный ресурс] // URL: <https://www.itransition.com/ai/architecture> (дата обращения: 04.03.2025).
2. Autodesk Toronto [Электронный ресурс] // URL: <https://www.autodesk.com/toronto/generative-design> (дата обращения: 04.03.2025).
3. Власова Е. Л., Власова М. Л., Боровикова Н. В., Карелин Д. В. Искусственный интеллект в архитектурно-градостроительном проектировании // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2023. №4(65). С. 311-324
4. ИИ в архитектуре: Переосмысливая то, как строятся города [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ultralytics.com/ru/blog/ai-in-architecture-redefining-how-cities-are-built> (дата обращения: 04.03.2025).
5. Касьянов Н. В. Архитектура в контексте развития искусственного интеллекта // *Contemporary World's Architecture*, 2/2020. С. 23–47
6. Что такое генеративный дизайн: преимущества и недостатки [Электронный ресурс] // URL: <https://gb.ru/blog/chto-takoe-generativnuj-dizajn/> (дата обращения: 04.03.2025).

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы качества строительства в Республике Казахстан и необходимость внедрения современных технологий для их решения. Анализируются основные причины недостаточного контроля за строительными работами, включая ограниченные возможности государственного надзора, коррупционные риски и экономию на материалах. Особое внимание уделено применению систем видеонаблюдения, беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и искусственного интеллекта (ИИ) для мониторинга, контроля и анализа строительных процессов. Обоснована эффективность интеграции этих технологий, что способствует повышению качества, снижению затрат и минимизации ошибок при выполнении строительно-монтажных работ.

Ключевые слова: качество строительства, контроль качества, видеонаблюдение, беспилотные летательные аппараты, искусственный интеллект, строительство.

Качество строительства в Республике Казахстан остается одной из актуальных проблем отрасли. Несмотря на развитие нормативной базы и усиление государственного контроля, в практике строительства продолжают выявляться многочисленные нарушения. Это указывает на недостаточную эффективность существующих механизмов обеспечения качества.

Мониторинг со стороны государственных органов и независимых экспертов регулярно фиксирует отклонения от строительных норм и стандартов, что приводит к рискам для долговечности объектов, их безопасности и эксплуатационных характеристик. Количество зарегистрированных случаев нарушений в отрасли остается значительным, что свидетельствует о системных проблемах, требующих комплексного решения [1].

Причины недостаточного контроля за строительными работами:

1. Ограниченные возможности государственного надзора. Контроль осуществляется только по обращениям и с разрешения акимата в рамках моратория, а ГАСК не имеет права беспрепятственно посещать стройплощадки. Это затрудняет контроль качества, особенно при вводе объектов, что приводит к принятию зданий с недоделками и нарушениями [1];

2. Отсутствие заинтересованности в качестве работ. Коррупционные договоренности между участниками строительства превращают контроль в формальность, позволяя подрядчикам экономить за счет использования некачественных материалов и нарушений технологий без последствий.

Одним из решений для повышения качества строительства является внедрение современных технологий, которые автоматизируют контроль процессов, снижают влияние человеческого фактора и повышают прозрачность

работ. Они обеспечивают непрерывный мониторинг, быстрое выявление нарушений и точный анализ качества выполнения операций.

Ключевыми инструментами в этом направлении являются:

1) Системы видеонаблюдения. Использование стационарных и переносных камер на строительных площадках обеспечивает непрерывный мониторинг, позволяет фиксировать нарушения в реальном времени;

2) Беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Квадрокоптеры с камерами высокой четкости позволяют оперативно проводить аэрофотосъемку строительных объектов, выявлять нарушения в размещении конструктивных элементов и контролировать ход работ на всех этапах;

3) Искусственный интеллект (ИИ). Технологии машинного обучения позволяют анализировать данные с различных устройств, фиксировать отклонения от проектных решений и прогнозировать возможные дефекты.

Комплексное внедрение этих технологий создаст эффективную систему независимого контроля, способствующую повышению качества строительства и снижению количества нарушений.

Основными способами фиксации и контроля за строительными процессами являются системы видеонаблюдения. Их внедрение позволяет своевременно выявлять отклонения от проектных решений и фиксировать возможные нарушения. Точность современных камер позволяет не только фиксировать происходящее на площадке, но и даёт возможность для корректных измерений, анализа и удаленного мониторинга. Это делает их универсальным инструментом для контроля всех этапов строительства [2, с. 49].

Рассмотрим направления, в которых внедрение систем видеонаблюдения даст значительные улучшения:

1) Контроль качества выполнения строительно-монтажных работ.

Из числа ключевых проблем строительства остается нарушение технологий производства работ, что приводит к снижению долговечности и эксплуатационных характеристик зданий. Системы видеонаблюдения позволяют автоматически анализировать процесс строительства, фиксировать возможные отклонения и обеспечивать доказательную базу для устранения нарушений. Сравнить фактические работы с проектной документацией, выявляя несоответствия в размещении конструктивных элементов.

2) Удаленный мониторинг работ.

Видеонаблюдение позволяет контролировать процесс строительства в режиме реального времени [2, с. 50]. Определять нарушения технологических процессов, например, ошибки при бетонировании или недостаточное армирование конструкций. Фиксировать последовательность выполнения работ, исключая пропуск критически важных этапов.

Применение таких технологий позволяет минимизировать влияние человеческого фактора и значительно повысить качество строительства за счет непрерывного мониторинга и анализа всех этапов работ.



Рисунок 1 — Схема системы видеонаблюдения

Рассмотрим типовую схему системы видеонаблюдения, которая включает в себя 5–6 основных элементов и разберём их подробнее:

1) Видеокамеры — устройства, предназначенные для захвата изображения и его преобразования в видеосигнал. В зависимости от задач на строительном объекте выбирается оптимальный набор камер;

2) Видеорегистратор — принимает, записывает и сохраняет данные, поступающие с камер. Также обеспечивает передачу видеопотока на мониторы и в сеть;

3) Монитор — служит для отображения видеосигнала, поступающего с видеорегистратора;

4) Жёсткий диск — используется для локального хранения записанных видеоматериалов;

5) Роутер — отвечает за приём интернет-трафика и передачу данных с камер, а также обеспечивает отправку видеопотока в облачное хранилище;

Таким образом, использование видеонаблюдения позволяет не только повысить уровень безопасности на строительных объектах, но и создать эффективную систему контроля качества, что способствует снижению количества дефектов и повышению надежности возводимых зданий.

Применение беспилотных летательных аппаратов в строительстве.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) позволяют контролировать строительный процесс в местах, где установка камер невозможна. Они обеспечивают мониторинг труднодоступных участков, оперативно собирают данные о ходе работ и выполняют геодезическую съемку. Благодаря мобильности и передаче данных в реальном времени дроны повышают эффективность строительного контроля.

Ситуации, в которых используются БПЛА:

Инспекционный контроль. БПЛА обеспечат возможность дистанционного наблюдения за строительными процессами, фиксируя точность монтажа конструкций, соблюдение технологий и темпы работ. Видеосъемка с дронов доступна в реальном времени и может использоваться для оперативного выявления отклонений от проектной документации [3, с. 1];

Мониторинг масштабных и труднодоступных объектов. Осмотр таких сооружений, как мосты, газопроводы, гидротехнические объекты или протяженные автомобильные дороги, требует значительных временных затрат и может представлять опасность для людей. Дроны позволяют оперативно обследовать большие территории без риска для персонала;

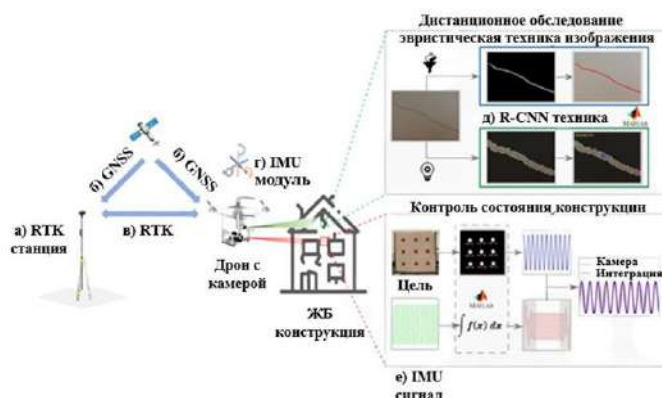


Рисунок 2 — Обзор комплексной методологии дистанционного контроля и мониторинга: в) RTK (Real Time Correction) — система коррекции положения в реальном времени; б) GNSS (Global Navigation Satellite System) — спутниковая система навигации; е) модуль IMU (Inertial Measurement Unit) — инерциальный измерительный модуль; д) система распознавания с помощью нейронных сетей

Дроны легко управляются оператором с земли, а их данные можно быстро анализировать на компьютере или мобильном устройстве. Использование БПЛА сокращает время на выполнение ряда задач, повышает точность измерений и минимизирует риски при инспекциях сложных объектов.

Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) с системами видеонаблюдения и беспилотными летательными аппаратами.

ИИ играет ключевую роль в повышении эффективности и качества строительства. Он оптимизирует процессы планирования, анализируя данные о сроках, доступности материалов и трудозатратах, что позволяет минимизировать задержки и перерасход ресурсов [4, с. 41]. Также ИИ способствует улучшению безопасности, автоматически выявляя потенциальные риски на строительной площадке. Дополнительно, технологии машинного обучения помогают в анализе ошибок прошлых проектов, предотвращая их повторение и повышая качество конечного результата [5, с. 251].

Одним из наиболее перспективных направлений использования ИИ является его интеграция с системами видеонаблюдения и беспилотными летательными аппаратами. Объединение этих технологий позволяет создать комплексную систему контроля за строительным процессом. Камеры фиксируют происходящее на площадке, а БПЛА предоставляют обзор крупных

объектов и труднодоступных участков. Искусственный интеллект анализируя полученные данные, выявляет отклонения, оценивает точность и прогнозирует проблемы.



Рисунок 3 - Совмещение модели реальности с проектом

Такой подход значительно повышает уровень контроля за строительными процессами. Автоматический анализ данных снижает влияние человеческого фактора, позволяет оперативно реагировать на нарушения и повышает прозрачность выполнения работ. Интеграция ИИ с видеонаблюдением и БПЛА создает эффективную систему управления качеством строительства, способную минимизировать ошибки, повысить безопасность и сократить затраты.

В дальнейших исследованиях планируется углубленный анализ интеграции искусственного интеллекта с системами строительного контроля, а также оценка их эффективности в реальных строительных проектах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В Казахстане введут ряд изменений в сферу контроля качества строительства // <https://dknews.kz/ru/ekonomika/250152-v-kazahstane-vvedut-ryad-izmeneniy-v-sferu-kontrolya> — 2022 (Дата обращения: 01.03.2025).
2. Гигаури Т.Т., Разработка методики внедрения видеоконтроля за производством строительно-монтажных работ // *Colloquium-journal* — 2020 — № 2 (54) — С. 49-55.
3. Бузало Н.А., Кундрюцков Д.Н., Пономарев Р.Р., Применение беспилотных летательных аппаратов при обследовании зданий и сооружений // *Строительство и архитектура* — 2022 — Том 10 № 1 — С. 6-10.
4. Гурбанов Ы. Бяшимов П. Эркаева А. Атаев Д., Использование искусственного интеллекта в строительстве // *Международный научный журнал «Символ науки»* — 2024 — № 4-1-2 — С. 40-42.
5. Колчин В.Н., Специфика применения технологии «искусственного интеллекта» в строительстве // *Инновации и инвестиции* — 2022 — №3 — С. 250-253.

УДК 691

Солодянкина Н. (24-МСС-1, ВКТУ), Аноп Д.К. (PhD, ВКТУ)

КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА
ИЛИ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

***Аннотация.** Статья содержит результаты изысканий по выбору оптимального композитного материала для капитального ремонта или усиления железобетонных элементов. Изучены данные нормативных, научных и методических источников. Рассмотрены основные проблемы и даны рекомендации по алгоритму действий с целью выбора оптимального композитного материала. Способы применения композитного материала организация технического процесса как правило сопровождается исследовательскими данными и ссылками на зарубежный опыт.*

***Ключевые слова:** композитный материал, алгоритм расчета, технология производства работ.*

Вопрос использования современных полимерных или традиционных материалов, возможность применения разработанных мероприятий с участием ручного труда или сложной техники - то с чем сталкивается инженер при разработки зданий с капитальным или аварийным ремонтом. Если есть готовое техническое обследование, как наиболее выгодно выполнить поставленную задачу. Рассчитать, подбодраить, сравнить варианты для усиления или капитального ремонта, в частности, железобетонных конструкций. Поэтому данное исследование является очень актуальным и целесообразным.

Рассмотрим расчетный случай усиление растянутого железобетонного элемента. Материалы для бетона и арматурной стали принимаем согласно раздела 3, табл.3.1. СП РК EN 1992-1-1:2004/2011, а также не противоречивой литературы нормативно-технических Пособиях (НТП) к СП РК EN 1992-1-1:2004/2011, либо согласно технического обследования. Физико-механические характеристики материалов системы внешнего армирования до устройства системы внешнего армирования должны быть подтверждены на соответствие требований технических условий и данным входного контроля материалов по ГОСТ 24297. Для внешнего армирования может быть принят традиционный материал такой как железобетон или конструкционная сталь, либо композитный материал.

Характеристики бетона и арматуры принимаются с вышеуказанным документам. Для стальных элементов характеристические значения предела текучести f_y и временного сопротивления f_u стальных конструкций принимаются согласно НП.2.3 СП РК EN 1993-1-1:2005/2011 по СНиП РК 5.04-23-2002. «Стальные конструкции. Нормы проектирования», Приложение 1. Для композитных материалов на основе арамидных, углеродных, стеклянных волокон характеристические значения примем из опыта выполнения работ и проектирования по усилению конструкций ООО «ИнтерАква» и других производителей ближнего и дальнего зарубежья. Остановимся на варианте

ремонта с внешним усилением конструкций работающих на изгиб полимерными материалами. Характеристические данные перекликаются в различных источниках. Например, ООО «Научно исследовательский институт «Высокопрочные Системы Усиления «Интер/Тэк» согласно приложению 3 [6, с.49], приведены характеристики арматуры для внешнего усиления таких как: углерода (ВП), арамида (ВМ) и стекла (типС).

Согласно СТО 38276489.001-2017[5,с.16] рекомендуются к применению внешнего армированиям элементы CBA CarbonWrap® ленты, ткани, сетки, ламели, терморезактивные адгезивы, характеристики материалов приведены в приложении А [5, с.100]. АО «КАЗНИИСА» [7,с.78] дает следующие характеристические данные для CarbonWrap®, MBRACE LAM CF165/300, MBRACE LAM CF210/280 и т.п. Пособие по усилению железобетонных конструкций [1] основные физико-механические свойства холстовых материалов приводятся в таблице 5 [1, с.31], в таблице представлены данные для таких материалов: S&P Clever Reinforcement, Sika Carbodur (S, M, H), Enforce, Tyfo C-H, DML Composites, Mapei Carbolate E170(E250)/

Схемы расчета подбора внешнего армирования перекликаются с традиционными методиками расчета железобетонных балок приведенных в примерах НТП-02-01-2011. Расчет выполняется по несущей способности растянутого элемента: прочности нормальных сечений, прочности наклонных сечений, прочности сжатых элементов; и расчет предельных состояний по эксплуатационной пригодности. Расчет по прочности нормальных сечений изгибаемых элементов, усиленных внешним армированием, производят из условия:

$M \leq M_{ult}$, где M_{ult} - предельный момент который может воспринять усиленное сечение (формула 6.2.1[5, с.21])

$M_{ult} = M_0 + M_{доп}$ или $M_{ult} = \sigma_f S_f + R_s S_s + R_{sc} S_{sc}$ (формула 4.15[6, с.10]), где M_0 - момент воспринимаемый сечением, $M_{доп}$ - момент воспринимаемый дополнительно после усиления.

$M_{ult} = N_s \cdot (h_0 - a_c) + N_f \cdot (h - a_c)$ - значение момента при усилении железобетонного элемента прямоугольного сечения (формула 6.2.2[5, с.21]), N_s и N_f – усилие растянутой стальной арматуры сечения и внешнего армирования, a_c - расстояние от равнодействующей в сжатой зоне бетона и сжатой стальной арматуры до крайнего сжатого волокна поперечного сечения конструкции. Величина максимальных деформаций растянутого волокна во внешней арматуре из композитных материалов:

$\varepsilon_f = \varepsilon_{cu} \left(\frac{h-x}{x} \right)$ (формула 7.2[7, с.84]), где $\varepsilon_{cu} = M_0 x / E_b I_{red}$ – максимальная деформация крайнего сжатого волокна.

Согласно п.8.2 [7, с.88] «Расчет по деформациям усиленных внешней композитной арматурой ФАП железобетонных элементов следует производить по НТП-02-01-2011 с учетом площади сечения сжатой зоны, площади сечения сжатой и растянутой арматуры, а также арматуры ФАП с коэффициентом приведения к бетону».

Расчет усиленных элементов по наклонным сечениям:

$Q \leq Q_b + Q_{sw} + Q_f$, (формула 6.2.59 [5, с.41]), где Q_b, Q_{sw}, Q_f - поперечные силы воспринимаемые бетоном, арматурой в балке и элементами внешнего усиления.

$Q_f = \psi \frac{A_{fw} \cdot \sigma_f \sin \alpha}{s_f} c$, где $c \leq 2d_f$, $A_{fw} = 2nt_f w_f$, $\sigma_f = \varepsilon_{fe} E_f$, ψ - коэффициент зависящий от способа наклейки (формула 6.2.64[5]).

Подбор площади сечения внешнего армирования проводится интерационным методом, корректируя габариты по результатам расчета по прочности.

Технологии усиления внешним армированием, в большинстве источников сопровождаются исследовательскими работами на натурных образцах. Согласно данным пособие по усилению железобетонных конструкций [1, с.32] одним из способов для усиления железобетонных элементов возможно использование предварительно напряженных композитных материалов. Теоретическая база для их применения была разработана Т.С. Triantafillou, М. Deuring и другими зарубежными учеными. Далее рассматривается вариант как один из перспективных устройство полос ламината в специальные пазы. В других источниках рассматривается приклейка ламинатов через слой агдезиата, таких как СТО 38276489.001-2017 [5, с.77], СП 164.1325800.2014 [8, с.50] и д.р. наиболее распространенный крайний вариант.

Последовательность выполнения работ: подготовка отверстия бурением, выдалбливанием или гидроструйной обработкой, установка арматурного стержня с замоноличиванием специальным составом на минеральной или полимерной основах. Особое внимание при усилении внешним армированием является клеящий состав. Как правило это двухкомпонентные эпоксидные составы.

Далее перечислены клеящие составы от мировых производителей, представленных в таблице 11 [1, с.130] в формате поставщик/торговая марка: Exchem/Resifix 31, MBT/Mbrace adhesive, SBD/Epoxy Plus, Sika/Sikadur, Resipast/Epicol U. СТО 38276489.001-2017 рассматривает примеры термоактивных адгезивов -двухкомпонентные эпоксидные связующие CarbonWrap® Resin 230, CarbonWrap® Resin 230+, CarbonWrap® Resin 530+, CarbonWrap® Resin WS+, CarbonWrap® Resin HT+, двухком-понентный эпоксидный клей CarbonWrap® Resin Laminate+. Руководство от КАЗНИИСА рассматривает клеящие составы MBRACE@ADESIVO SATURENT.

Есть также составы на другой основе: полиэфирные, полиуретановые, виниловые. Производства работ по усилению окружающая температура должна быть выше 10 °С, при более низкой температуре химические процессы замедляются. После приклейки ламинатов или холстов усиления, требуется финишный слой защита от ультрафиолетового излучения.

Таким образом, схемы подбора внешнего армирования отображает лучшим образом алгоритм приведенный рис.1 [1, с.74] продублированный

ниже. Также как и алгоритм технологии усиления железобетона композитными материалами рис.41 [1, с.125].



Рисунок 1 [1, с.74] - Блок-схема проектирования усиления железобетонных конструкций композитными материалами

В заключение, в данной статье может не содержать полный обзор композитных материалов предлагаемых на сегодняшний день, данная сфера динамично развивается не смотря на то что остается одной из самых дорогих технологически сложной системой усиления. Для своего клиента усиление внешним армированием из композитных материалов – это тройственная сила Ветрувия «польза- прочность-красота», и должна занимать достойное место в строительном деле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации Федеральное автономное учреждение «Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве». «Пособие по усилению железобетонных конструкций с использованием композитных материалов». Москва, 2017г. стр.1-226
2. ООО «НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР КОМПОЗИТОВ» «Альбом технических решений по усилению железобетонных конструкций системой внешнего армирования», Москва 2017г., стр.1-94.
3. Инженерно-строительный журнал, №2, 2010, «Усиление строительных конструкций с помощью углеродных композиционных материалов», стр.1-4.
4. ООО «Интераква» (инж. Чернявский В.Л., д.т.н. Хаютин Ю.Г., к.т.н. Аксельрод Е.З.) и НИИЖБ (д.т.н., проф. Клевцов В.А., инж. Фаткуллин Н.В.) «Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами», стр.1-48.
5. ООО «НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР КОМПОЗИТОВ» СТО 38276489.001-2017 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами», Москва 2017г., стр.1-125
6. ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ «ВЫСОКОПРОЧНЫЕ СИСТЕМЫ УСИЛЕНИЯ «ИНТЕР/ТЭК» «Высокопрочные системы усиления ITECWRAP®/ITECRESIN®» ЕКАТЕРИНБург, 2010г., стр.1-69
7. АО КАЗНИИСА, А. Беспаяев «Отчет по испытаниям и руководство по усилению железобетонных конструкций и сооружений с использованием ремонтных композитов MBRASE с учетом европейских норм», Алматы 2016г., стр.1-93.
8. ОАО "НИЦ "Строительство" - НИИЖБ им.А.А.Гвоздева, ЗАО "Триада-Холдинг", ЗАО "ХК "Композит" по заказу Минстроя России СП 164.1325800.2014 «Свод правил. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования», стр.1-50

УДК 691.32

Сосновская Р.С. (24-МСС-2з, ВКТУ), Чернавин В.Ю. (к.т.н., ВКТУ)

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ НА УСАДОЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ГАЗОБЕТОНА НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

Аннотация. В данной статье рассмотрены существующие варианты применения дисперсного армирования при изготовлении ячеистобетонных элементов неавтоклавного твердения, в том числе с целью увеличения прочности на сжатие и изгиб, снижения хрупкости, улучшения теплоизоляционных характеристик, а также повышения устойчивости к влаге и агрессивным средам. Изучен мировой опыт влияния дисперсного армирования на усадочные деформации газобетона. Освещена программа экспериментально-теоретического изучения влияния различных типов дисперсного армирования на прочностные и деформационные характеристики газобетона естественного твердения.

Ключевые слова: ячеистый бетон, дисперсное армирование, неавтоклавный газобетон, усадка, деформация.

Дисперсно-армированный газобетон неавтоклавного твердения нашел свое применение в строительстве вследствие следующих особенностей: легкость, доступность, сравнительно небольшая цена. Но несмотря на преимущества, у него есть свои недостатки. Одним из ключевых минусов является усадочные деформации, приводящие к образованию трещин, влияющих на прочность и долговечность газобетона неавтоклавного твердения.

Уменьшение усадочных деформаций посредством дисперсного армирования позволит снизить риск трещинообразования и улучшить эксплуатационные характеристики. Для совершенствования технологии производства газобетона необходимо изучить влияние армирующих волокон на структуру газобетона, что и рассмотрено в данной статье.

Дисперсное армирование ячеисто-бетонных элементов позволяет значительно улучшить прочностные и эксплуатационные характеристики. Рассмотрим подробнее основные варианты его применения.

1. Увеличение прочности на сжатие и изгиб.

Дисперсное армирование повышает прочность ячеисто-бетона на сжатие и изгиб. Равномерно распределенные волокна увеличивают сцепление между частицами бетона, перераспределяют напряжения, возникающие при нагрузках, и замедляют процесс распространения трещин. Стекловолокно как популярный и эффективный материал повышает прочность на сжатие и изгиб, а также предотвращает образование трещин. В своих исследованиях Х.С. Воробьев и В.Г. Бортников использовали различные типы стекловолокна, в результате авторами, были получены положительные итоги, подтверждающие улучшение прочностных характеристик ячеистого бетона. Также часто применяется полипропиленовое волокно, которое снижает хрупкость и повышает прочность и устойчивость к механическим нагрузкам [1].

2. Снижение хрупкости материала.

Хрупкость ячеистого бетона снижает его прочность, что негативно сказывается на всей конструкции в целом. Если добавить дисперсное армирование, то это повысит пластичность материала и снизит вероятность образования трещин. Полиолефиновые волокна прекрасно устойчивы к химическим воздействиям и влаге. Исследования, проведенные Lin W. и Cheng A., показывают, что полиолефиновые волокна предотвращают образование трещин в бетоне на 70%. Для снижения хрупкости также применяют микроволокна, которые эффективны при усадке и температурных изменениях, так как равномерно распределены по всему объему [2, с. 888-896].

3. Улучшение теплоизоляционных характеристик.

Иногда при повышении прочности ячеисто-бетона снижаются его теплоизоляционные свойства. Что бы этого не произошло, как вариант, используют армирование из базальтовых волокон, пемзы, золы-уноса и др. Это позволяет сохранить пористую структуру, а также помогает снизить плотность и повысить однородность материала. В исследовании Р.А. Али и В.В. Белова [3] рассмотрено воздействие волокнистых базальтовых отходов на усадочные деформации неавтоклавного газобетона. Экспериментальные данные подтверждают, что введение базальтовой фибры не только уменьшает усадку, но и повышает пористость и однородность структуры, а это в свою очередь улучшает теплоизоляционные свойства.

4. Повышение устойчивости к влаге и агрессивным средам.

Разрушение ячеистого бетона может быть вызвано воздействием влаги или агрессивных химических веществ. Для повышения сопротивляемости используют полиамидные волокна, защищающие бетон от влаги и химических воздействий. Углеродные волокна повышают прочность и устойчивость к высоким температурам.

С учетом вышеизложенного, дисперсное армирование не только улучшает прочностные показатели ячеисто-бетона, но и повышает его эксплуатационные характеристики. Однако для всестороннего анализа влияния дисперсного армирования на усадочные процессы нужно изучить результаты научных исследований, проведенных ранее в данной области.

В 20 веке исследования газобетона были ориентированы больше на разработку и внедрение технологии, оптимизацию состава и автоматизацию производства, а вопросы, связанные с дисперсным армированием и исследования, направленные на снижение усадочных деформаций неавтоклавного газобетона, были менее распространены по сравнению с последующими десятилетиями. Однако уже тогда проводились эксперименты с целью улучшения свойства ячеистых бетонов. Но в 21-м веке эта тема стала более актуальна.

В работе Моргун Л.В. [4] были изучены вопросы подбора компонентов, улучшение рецептуры и технологических параметров. Основной акцент сделан на использовании различных видов дисперсного армирования и добавок, способствующих снижению усадочных деформаций и повышению прочности материала.

В 2013 году В.Б. Мартынова, В.Н. Губарь и А.Ю. Штефурко оценили воздействие дисперсного армирования цементной матрицы на усадочные деформации газобетона неавтоклавного твердения. Было экспериментально подтверждено, что при использовании дисперсного армирования снижаются усадочные деформации и увеличиваются прочностные характеристики [5, с. 161-168].

К 2014 году было проведено исследование Нгуен Тхань Туана [6], посвященное эффективному неавтоклавному газобетону с метакаолинитом. В работе исследовалось влияние метакаолинита на свойства неавтоклавного газобетона. Доказано, что введение метакаолинита минимизирует усадку в возрасте 180 суток в 1,5 раза, одновременно уменьшая относительную деформацию ползучести на 25,6%.

Научная работа Строщкого В.Н., Крохина А.М., Савина В.И. и Зимина С.Г. [7, с.132-147], посвящена дисперсному армированию ячеистого бетона, как фактору улучшения его физико-механических свойств. В работе предоставлено исследование влияния различных вариантов дисперсного армирования на снижение усадочных деформаций и повышение прочностных характеристик газобетона.

Опираясь на накопленный опыт в области эффективных методов снижения усадочных деформаций, с целью дальнейшего изучения влияния дисперсного армирования на прочность и деформативность газобетона неавтоклавного твердения в ВКТУ им. Д.Серикбаева реализуется следующая программа экспериментально-теоретического исследования.

Данное исследование ориентировано на изучение влияния различных видов дисперсного армирования на усадочные деформации газобетона неавтоклавного твердения. С этой целью рассматриваются образцы, имеющие разные варианты фибрового армирования, включая и эталонную серию без армирования. Для каждой группы образцов выполняется определение средней плотности, прочности на сжатие, прочности на растяжение при изгибе и усадки при высыхании. Каждая серия содержит по три образца с целью увеличения достоверности получаемых результатов. Подробная программа экспериментальных исследований представлена в таблице 1.

Планируемый состав газобетонной смеси на 0,017 м³: цемент – 7,7 кг; ЗШМ – 6,16 кг; известь – 1,54 кг; сода кальцинированная – 0,035 кг; алюминиевая пудра – 0,014 кг; вода – 8,96 л; фибра 1%-0,077кг (3%-0,231кг).

Технология приготовления дисперсно-армированного газобетона включает в себя следующие основные этапы.

На этапе подготовки к приготовлению смеси все компоненты дозируются в соответствии с рецептурой, вода должна быть нагрета до 50°C. Если добавляется фибра, то она распределяется либо в сухой смеси, либо в воде. Цемент, зола и известь, равномерно перемешиваются до получения однородной сухой смеси.

Таблица 1 - Программа экспериментального исследования свойств фиброгазобетона

Характеристики	Серии образцов	Газобетон (матрица) Серия ГБ	Фиброгазобетон						Итого
			Полипропиленовая фибра Серия ФГБ-ПП-(1-3)		Фибра из стекловолокна Серия ФГБ-СВ-(1-3)		Фибра из ПЭТ пластика (отходы) Серия ФГБ-ПЭТ-(1-3)		
			1%	3%	1%	3%	1%	3%	
Средняя плотность	Кубы 150х150х150мм 3шт	3 шт	3 шт	3 шт	3 шт	3 шт	3 шт	21 шт	
Прочность на сжатие									
Прочность на растяжение при изгибе	Призмы 150х150х600мм 3 шт	3 шт	3 шт	3 шт	3 шт	3 шт	3 шт	21 шт	
Усадка при высыхании	Призмы 40х40х160мм 3 шт	3 шт	3 шт	3 шт	3 шт	3 шт	3 шт	21 шт	
Всего	9	9 шт	9 шт	9 шт	9 шт	9 шт	9 шт	63 шт	
Объем бетона, м³	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,357	
Расход фибры, кг	-	0,235	0,705	0,235	0,705	0,235	0,705	2,82	
		0,94		0,94		0,94			

Кальцинированная сода смешивается с небольшим количеством теплой воды (приблизительно 5–10% от общего объема), далее готовый раствор добавляется в сухую смесь при постоянном перемешивании. Вода (50°C) вводится постепенно, с одновременным перемешиванием компонентов. Подвижность смеси измеряется с помощью прибора Сутторда: измеряется расплыв тестового образца смеси, одновременно отмечается температура (норма: $50 \pm 2^\circ\text{C}$). При недостаточном расплыве добавляется вода, затем испытание проводится повторно. Когда смесь достигает требуемой вязкости добавляется алюминиевая пудра (14 гр.), вслед за этим смесь перемешивается 1,5 минуты. Начинается интенсивное выделение газа, способствующее равномерному распределению газа в смеси. Готовая смесь заливается в заранее подготовленные формы. В формах смесь выдерживается при температуре не ниже 20°C до набора прочности 50-70 % в течение 7 дней. После чего изделия извлекаются из форм, с поверхности срезается верхний слой (горбушка). Затем каждый промаркированный элемент помещается в камеру нормального твердения, где они продолжают набирать прочность в естественных условиях в

течение 21 дня (всего 28 дней с момента заливки). После 28 дней проводится серия лабораторных испытаний.

Использование дисперсного армирования является эффективным направлением для снижения усадочных деформаций газобетона неавтоклавного твердения. Добавление армирующих волокон улучшает трещиностойкость и долговечность материала. Но для эффективного использования армированных газобетонов в строительстве необходимы дополнительные исследования. Особое внимание следует уделить дальнейшему изучению воздействия компонентов и характеристик армирующих добавок на эксплуатационные характеристики материала.

Предложенные рекомендации по рецептуре и технологии изготовления газопенобетона естественного твердения позволят применить его при изготовлении стеновых блоков для использования в стеновом заполнении каркасных сейсмостойких зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев К. С., Бортников В. Г., Данилова С. Г. Дисперсно-армированный ячеистый бетон / В сб. «Дисперсно-армированные бетоны и конструкции из них». ЛатНИТИ, Рига, 1975.

2. Lin W., Cheng A. Effect of polyolefin fibers and supplementary cementitious materials on corrosion behavior of cement-based composites // Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials. 2013. No. 23. Pp. 888-896. DOI 10.1007/s10904-013-9866-1.

3. Али Рушди Ахмед Али, Белов В. В.. Малоусадочный газобетон с базальтовой фиброй из промышленных отходов // Инновации и инвестиции. 2020. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/malousadochnyy-gazobeton-s-bazaltovoy-fibroy-iz-promyshlennyh-othodov> (дата обращения: 25.02.2025).

4. Моргун Л. В. Структурообразование и свойства фибропенобетонов неавтоклавного твердения с компенсированной усадкой: дис. – Ростов н/Д: [Рост. гос. строит. ун-т], 2005.

5. Мартынова В. Б., Губарь В. Н., Штефурко А. Ю. Влияние дисперсного армирования цементной матрицы на усадочные деформации газобетона неавтоклавного твердения // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2013. – №. 52. – С. 161-168.

6. Нгуен Т. Т. Эффективный неавтоклавный газобетон с метакаолинитом: дис. – Моск. гос. строит. ун-т, 2014.

7. Строчкий В. Н. и др. Дисперсное армирование ячеистого бетона как фактор улучшения его физико-механических свойств // Вестник НИЦ «Строительство». – 2020. – Т. 24. – №. 1. – С. 132-147.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ BIM МОДЕЛИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

Аннотация. Информационное моделирование зданий или сокращенно «BIM» - это подход, предполагающий создание и управление цифровыми представлениями физических и функциональных характеристик зданий или других физических активов и объектов. BIM поддерживается различными инструментами, процессами, технологиями и контрактами [1].

В настоящий время большинство заказчиков не требуют, чтобы проектирование инженерных систем для стадии «П» проходило с применением BIM-технологий, в основном используются принципиальные решения и схемы, проектная документация реализуется по укрупненным показателям. Однако, все более заметной становится тенденция на применение BIM детальных расчетов стоимости строительства еще на стадии «П». Это повышает ценность применения технологий информационного моделирования при разработке проектов инженерных систем, поскольку еще на стадии «П» позволяет не просто разработать принципиальные решения, но и создать информационную модель инженерных систем, подготовленную для стадии рабочей документации [2].

Ключевые слова: BIM, промышленное строительство, инженерные систем, промышленный объект, ТЭО, проект, жизненный цикл объектов.

Современные условия требуют оптимизации рабочих процессов в различных сферах жизни, повышения качества предоставляемых услуг, сокращения времени производства и материальных затрат. В этой связи, BIM-технологии «Building Information Model» - технологии информационного моделирования становятся все более востребованными, причем на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства. Применение BIM-моделирования для промышленных объектов является актуальной, специфической и более сложной задачей по сравнению, например, с объектами гражданского строительства. В сравнении с гражданским строительством, применение BIM-технологий в промышленном строительстве имеет ряд специфических отличий:

1. Необходимость проведения технико-экономического обоснования «ОБИН» на начальном этапе;
2. Разработка технико-экономического обоснования с учетом последующей эксплуатации и расчета рентабельности;
3. Большая зависимость проектных решений от технологии производства и используемого оборудования;
4. Многочисленные требования, такие как технологические, санитарные, экологические, противопожарные, архитектурно-строительные и другие;
5. Наличие внутриплощадочных сооружений и сетей, таких как эстакады, транспортеры и т.д.;

6. Высокое значение технологии производства и необходимость точного контроля соблюдения технологических схем и потоков на всех этапах проекта;

7. Большое количество дорогостоящего технологического оборудования, замена которого существенно влияет на проект;

8. Большое количество технологических средств «нефть, газ, руда и т. д.» или высокая доля зонирования и потоков персонала;

9. Увеличенное внимание к снижению отходов и запасам материалов.

Создание BIM-моделей для промышленных объектов позволяет значительно улучшить процесс проектирования, строительства и эксплуатации объектов промышленного назначения. Благодаря использованию BIM-технологий возможно оптимизировать проектирование и строительство, уменьшить количество ошибок и конфликтов на этапе проектирования, а также повысить эффективность эксплуатации объекта в дальнейшем.

В последние годы BIM-моделирование стало все более популярным в различных отраслях, включая промышленное строительство. Для промышленного предприятия характерные задачи применения BIM технологии находятся в прямой зависимости от этапа (стадии) жизненного цикла объекта. Что входит в "жизненный цикл" промышленного здания? Эксплуатация, безусловно, но это скорее "последний этап" его жизни - продолжительный, но конечный. Но этому этапу предшествуют (в обратном порядке) — строительство промышленного объекта, его проектирование, которое невозможно без инженерных изысканий, которые в свою очередь базируются на ТЭО (обосновании инвестиций).

Процесс создания BIM-моделей для промышленных объектов включает несколько этапов работы. Первый этап - это сбор информации о объекте. Мы анализируем имеющиеся данные о объекте и проводим обследование на месте для получения дополнительной информации. При помощи технологии высокоточного трехмерного лазерного сканирования можно получить все необходимые геометрические данные о промышленном объекте. На втором этапе создаем цифровую модель объекта с использованием специального программного обеспечения и моделируем все элементы объекта - от фундамента до крыши - и добавляем к модели необходимую информацию о материалах, конструкциях и технических системах. На третьем этапе проводят различные анализы и проверки модели, чтобы убедиться в ее точности и полноте. В дальнейшем можно проводить виртуальное моделирование строительства и эксплуатации объекта для выявления потенциальных проблем. [3].

Если сравнивать промышленное и гражданское строительство, то применение BIM технологий в первом случае имеет ряд специфических отличий:

- Обязательное наличие стадии технико-экономического обоснования (или ОБИН);
- Разработка ТЭО с учетом эксплуатации (расчет рентабельности);

- Большая зависимость проектных решений от технологии производства и закупаемого оборудования;
- Большое количество требований (технологические, санитарные, экологические, противопожарные, архитектурно-строительные и др.);
- Наличие внутриплощадочных сооружений и сетей (эстакады, транспортеры и т.д.);
- Высокая роль технологии производства, потребность в точном контроле соблюдения технологических схем, потоков на всех этапах реализации проекта;
- Большое количество дорогостоящего технологического оборудования, замена которого существенно влияет на проект;
- Большое количество технологических сред (нефть, газ, руда и т. д.), либо высокая доля зонирования и потоков персонала;
- Повышенное внимание к снижению отходов и запасам по материалам.

ВІМ-модель промышленного объекта — это объектно-ориентированная параметрическая трехмерная модель, представляющая в цифровом виде физические, функциональные и прочие характеристики объекта (или его отдельных частей) в виде совокупности информационно насыщенных элементов. Документы, графические и текстовые данные по промышленному объекту размещаются в среде общих данных (СОД), представляющей собой единый достоверный источник информации по объекту на всех или отдельных стадиях его жизненного цикла для совместного использования информации всеми участниками проекта.

Для промышленного предприятия характерные задачи применения ВІМ технологии находятся в прямой зависимости от этапа (стадии) жизненного цикла объекта. Что входит в "жизненный цикл" промышленного здания? Эксплуатация? -да, безусловно, но это скорее "последний этап" его жизни - продолжительный, но конечный. Но этому этапу предшествуют (в обратном порядке) — строительство промышленного объекта, его проектирование, которое невозможно без инженерных изысканий, которые в свою очередь базируются на ТЭО (обосновании инвестиций). Поэтому начнем "сначала" и рассмотрим перечень задач, требуемых к решению при информационном моделировании в зависимости от стадии существования любого промышленного объекта.

СТАДИЯ 1. Обоснование инвестиций (ТЭО) Задачи ВІМ моделирования:

- Анализ местоположения, инженерно-геологической и экологической ситуации будущего промышленного предприятия;
- Разработка вариантов размещения промышленного предприятия и основных технологических, объемно-планировочных и конструктивных решений;
- Сравнение вариантов площадок размещения промышленного предприятия (минимизации объемов земляных работ).

СТАДИЯ 2. Инженерные изыскания:

- формирование информационной модели инженерных изысканий;
- наземное лазерное сканирование существующего объекта (при реконструкции и модернизации).

СТАДИЯ 3. Проектирование

- Разработка моделей (Design authoring);
- Пространственная междисциплинарная координация и выявление коллизий (3D-координация);
- Проверка и оценка технических решений;
- производство чертежей и спецификаций;
- инженерно-технические расчеты;
- подсчет объемов работ и оценка сметной стоимости (BIM 5D);
- разработка проекта организации строительства, комплексного укрупненного сетевого графика.

СТАДИЯ 4. Строительство:

- Визуализация процесса строительства (BIM 4D);
- Геодезические разбивочные работы;
- Геодезический контроль;
- Цифровое производство строительных конструкций и изделий.

СТАДИЯ 5. Эксплуатация:

- Планирование технического обслуживания и ремонта;
- Мониторинг эксплуатационных характеристик;
- Моделирование чрезвычайных ситуаций.

Одним из наиболее важных этапов в деле планирования будущего BIM-проекта является определение потенциальной ценности BIM для достижения поставленных целей проекта. Для этого ещё на начальном этапе следует проанализировать Информационные требования заказчика и определить соответствующие им задачи применения BIM.

При определении информационного содержания элементов BIM-моделей необходимо учитывать информационные потребности всех участников на различных стадиях реализации проекта. В этих целях определение геометрической и атрибутивной информации следует осуществлять в обратном порядке (от финальной стадии, на которой заказчик планирует использовать BIM, к начальной), руководствуясь при этом требованиями к результатам информационного моделирования на завершении соответствующего этапа (стадии) проекта.

BIM-технологии позволяют управлять информацией на протяжении всего жизненного цикла промышленного объекта, что не означает невозможность использования данной технологии, начиная с любого его этапа. Т.е. BIM моделирование доступно не только для ещё не существующих, но планируемых объектов, но и для уже построенных и эксплуатируемых. Да, сначала это потребует большего объема работы, чем при создании bim-модели "с нуля", но в помощь специалистам приходят и современные технологии — высокоточное

лазерное сканирование, которое при сочетании реальных и архивных данных дает ускоренный результат для формирования контекстной модели, существующей природной и искусственной среды. А уже на основе собранных данных BIM в дальнейшем становится возможным провести необходимый анализ ситуации и состояния промышленного объекта, эффективно осуществлять планирование и его реконструкцию (вплоть до демонтажа), оптимизировать сроки выполняемых работ, оперативно реагировать на ситуацию, рентабельно обслуживать и продуктивно эксплуатировать готовый объект.

Столь большое количество возможностей, открытых перед компаниями благодаря информационному моделированию, способствует распространению технологии в самых разных отраслях, а не только в промышленности. Ещё недавно казавшееся технологией будущего, информационное моделирование уже уверенно закрепилось в списке «технологий настоящего» и стало важнейшим инструментом для управления проектами капитального строительства. Поэтому, внедряя BIM-технологии, промышленные предприятия делают серьезный шаг к качеству, гибкости, конкурентоспособности и, как следствие, финансовой успешности [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling.
2. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/123636/1/m_th_e.s.chikmarev_2023.pdf.
3. <https://photogrammetria.ru/398-bim-modelirovanie-promyshlennyh-obektov.html>
4. <https://mossanproekt.ru/service/creation-of-bim-models/55-bim-modeling-for-industrial-facilities.html>

УДК 691.771

Сулейменов А. Р. (24-МСС-1, ВКТУ)

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ

Аннотация. Вентилируемые фасады — это строительные системы, включающие облицовочные материалы и подконструкцию, создающую вентиляционный зазор, что позволяет улучшить теплоизоляцию, защитить здания от внешних воздействий и повысить их энергоэффективность. Такие фасады обеспечивают оптимальное распределение тепла, предотвращают накопление влаги, уменьшают теплопотери в зимний период и служат дополнительным звукоизоляционным барьером. Особенности конструкции включают использование влагостойкой теплоизоляции и элементы с высокой огнестойкостью. Вентилируемые фасады обеспечивают долговечность и эстетическую привлекательность зданий, эффективно защищая их от внешних факторов, таких как перепады температур, ветер и атмосферные осадки.

Ключевые слова: вентилируемые фасады, теплоизоляция, воздушная прослойка, наружная отделка, звукоизоляция, пожарная безопасность, строительные системы, вентиляция, утеплитель, облицовочные материалы, конструкция фасада, влагостойкость, энергосбережение, огнестойкость.

Применение вентилируемых фасадов дает возможность облицевать фасад современными отделочными материалами, улучшить теплоизоляционные свойства ограждающей конструкции и защитить ее от неблагоприятных атмосферных воздействий. Рассмотрены различные конструкции и компоненты фасадных систем, а также проведен анализ их преимуществ и недостатков.

Вентилируемая воздушная прослойка значительно улучшает влажностные характеристики теплоизоляционного слоя. Зона конденсации перемещается в наружный теплоизоляционный слой, который непосредственно контактирует с вентилируемой воздушной прослойкой. Размещение теплоизоляции снаружи способствует повышению теплоаккумулирующей способности стены.

В качестве утеплителя в вентилируемых фасадах используются жесткие плиты из влагостойкой и водоотталкивающей минеральной (каменной или стеклянной) ваты. При выборе теплоизоляционного материала следует учитывать возможные вибрации в вентиляционном промежутке, где могут возникать сильные воздушные потоки. Существуют два основных подхода: использование утеплителей с приклеенной мембраной или натяжка мембраны на некашированный утеплитель в виде больших полотен прямо на стене.

Для обеспечения пожарной безопасности в систему навесных фасадов включаются материалы и изделия, относящиеся к категории трудносгораемых или несгораемых, что препятствует распространению огня.

Основные термины: фасад, вентиляция, воздушная прослойка, несущая конструкция, теплоизоляция, отделочные материалы.

Вентилируемый фасад - это конструкция, включающая облицовочные материалы (плиты или листовые покрытия) и подконструкцию, которая крепится к стене так, чтобы оставался зазор для вентиляции. Для дополнительной теплоизоляции между стеной и облицовкой может быть размещен утеплитель, а воздушная прослойка образуется между ним и внешним слоем фасада. [1; с.29]

Вентилируемый фасад как строительная система

Структура вентиляруемого фасада (ВФ) состоит из нескольких слоев, расположенных в следующем порядке: стена, теплоизоляция, воздушный зазор и защитный экран. Такая компоновка оптимальна, поскольку материалы с разной теплопроводностью и паропроницаемостью чередуются, обеспечивая эффективную теплоизоляцию и влагоотведение.

Наличие вентиляционного зазора улучшает состояние теплоизоляции, смещая зону конденсации ближе к наружному слою. Внешнее расположение утеплителя повышает теплоаккумулирующую способность стены: при отключении отопления кирпичное здание с наружной теплоизоляцией остывает значительно медленнее, чем при аналогичном внутреннем утеплении.

Дополнительно навесной фасад улучшает звукоизоляционные свойства стены. Облицовка в сочетании с воздушным зазором и утеплителем действует как акустический барьер, снижая проникновение внешнего шума. Однако сам зазор может распространять звуки по фасаду, особенно если в конструкции использована пароизоляционная мембрана, подверженная деформациям и шуму при ветровых нагрузках.

Ключевое отличие вентиляруемого фасада от других систем заключается в том, что внутренняя влага беспрепятственно выводится наружу.

Особенности проектирования

При проектировании фасадов с вентиляционным зазором важно учитывать свободную циркуляцию воздуха. В высоких зданиях движение воздуха в прослойке рассчитывается с учетом равномерного распределения потока по всей поверхности стены.

Вентилируемый зазор также снижает теплопотери в холодное время года, поскольку температура воздуха в нем выше, чем на улице. Внешний облицовочный слой защищает утеплитель и стену от атмосферных воздействий, а летом выполняет функцию солнцезащитного экрана, отражая часть теплового излучения.

Благодаря особенностям крепления фасадная конструкция компенсирует температурные деформации, возникающие из-за смены сезонов и суточных колебаний. Это предотвращает появление трещин и разрушение облицовки.

С точки зрения пожарной безопасности в систему включают материалы с высокой огнестойкостью. Все вентиляруемые фасады проходят обязательные испытания, определяющие максимальную высоту их применения и соответствие нормам пожарной безопасности. [2; с.64]

Основные элементы вентиляруемого фасада

- **Облицовочные материалы** выполняют декоративную и защитную

функции, предохраняя утеплитель, каркас и стену от внешних воздействий. Они формируют внешний вид здания и могут быть выполнены из металла, композитов, бетона, керамики, стекла или ламинатов. Покрытия могут имитировать натуральные материалы (камень, дерево, кирпич) или придавать фасаду современный облик.

- **Металлические элементы** фасадной системы производятся из оцинкованной холоднокатаной стали толщиной 0,4–2,0 мм с различными видами полимерных покрытий от ведущих производителей (НЛМК, ММК, Северсталь, ArcelorMittal, TATA Steel, Ruukki).

Таким образом, вентилируемые фасады - это эффективные, долговечные и технологичные конструкции, обеспечивающие зданиям термоизоляцию, защиту от влаги, звукоизоляцию и эстетически привлекательный внешний вид.

Строительные материалы и покрытия. Виды покрытий.

Prisma, Colorcoat Prisma™ (PPM) - инновационное покрытие, разработанное компанией TATA Steel (бывшая Corus, Великобритания). Этот толстослойный материал (50 мкм) сочетает современный дизайн и высокую надежность. Уникальный состав слоя Galvalloy® (95 % цинка и 5 % алюминия) в сочетании с эффективным полимерным покрытием обеспечивает превосходную защиту стали от коррозии. Широкая палитра включает востребованные стандартные цвета и металлические оттенки, обладающие высокой стойкостью к выцветанию и сохранению глянца. [3; с.156]

Prisma матовая, Matt Colorcoat Prisma™ (PPMA) - новейшая разработка TATA Steel, обладающая всеми преимуществами Colorcoat Prisma™. Материал создан для имитации традиционных строительных материалов, таких как кирпич и натуральный камень.

Клауди, Granite® CLOUDY (КЛМА) - специальное металлическое покрытие на основе модифицированного полиэстера толщиной 35 мкм, произведенное компанией ArcelorMittal. Оно отличается уникальным внешним видом, напоминающим эффект обжига глиняной черепицы (цвет Anticato). Материал устойчив к воздействию ультрафиолета, резким температурным колебаниям и агрессивным погодным условиям.

Викинг МП® (ВИК) - совместная разработка российских производителей «Металл Профиль» и шведской компании AkzoNobel. Это специальное полимерное покрытие F670 (35 мкм), обладающее благородной матовой текстурой. Благодаря уникальной технологии нанесения и полимеризации материал отличается высокой пластичностью, устойчивостью к выгоранию и надежной защитой от агрессивных сред.

Полиэстер, полиэфир (ПЭ) - экономичный вариант покрытия (25 мкм) с глянцевой поверхностью, предназначенный для крыш и стен в любых климатических условиях. В его основе - полиэфирная краска, обеспечивающая удовлетворительную стойкость цвета. Покрытие отличается гибкостью и хорошей формируемостью. Под торговой маркой Norman MP производится под контролем компании «Металл Профиль».

Пластизол (ПЛ) - самое толстое покрытие (200 мкм) с рельефной

поверхностью, выполненное на основе поливинилхлорида (ПВХ). Этот материал обладает высокой устойчивостью к механическим повреждениям, погодным воздействиям и неосторожному монтажу. Светлые оттенки пластизола лучше отражают солнечные лучи, что уменьшает их нагрев и выгорание.

ПВДФ, поливинилфторид (ПВФ) - покрытие толщиной 27 мкм, содержащее 80 % поливинилфторида и 20 % акрила. Обладает глянцевой поверхностью и может выпускаться в металлических оттенках. Характеризуется высокой стойкостью к механическим воздействиям, эффектом самоочищения и максимальной устойчивостью к ультрафиолетовому излучению, практически не выцветает. Применяется даже в условиях повышенной агрессивности окружающей среды, например, вблизи морского побережья. [4; с.80]

Линейные панели объединяют в себе эстетическую привлекательность фасадных кассет и экономичность сайдинга. Этот универсальный материал представлен в различных вариантах: с закрытыми (Т) или открытыми (О) торцами, с рустом шириной 20 мм или без него (0). Панели доступны в трех вариантах по ширине и могут устанавливаться как вертикально, так и горизонтально. Длина изделий варьируется от 0,9 до 4 м, при толщине металла 0,7 мм.

Виниловый сайдинг - это фасадная система, состоящая из панелей и комплектующих, выполненных из поливинилхлорида (ПВХ). В англоязычных странах термин *siding* обозначает как облицовку фасада панелями, так и фасадные работы в целом. Этот материал широко используется в частном малоэтажном строительстве, на дачах и в садовых товариществах

Искусственный камень - это облицовочный материал, представляющий собой плитки различных форм, внешне напоминающие натуральный камень. Он изготавливается на основе различных видов портландцемента с добавлением легковесных наполнителей и экологически безопасных минеральных пигментов. Используется для отделки фасадов, цоколей коттеджей, частных домов, а также в интерьерах.

Фасадные панели - это композитные облицовочные материалы, имитирующие кирпичную или каменную кладку. Чаще всего применяются в загородном и коттеджном строительстве.

К основным преимуществам данной системы относятся высокая скорость монтажа и возможность проведения работ в зимний период. Фасадная плитка фиксируется на обрешётке с помощью саморезов, а при необходимости между плиткой и стеной можно дополнительно установить утеплитель.

Цокольные панели - это пластиковые облицовочные элементы, имитирующие кирпичную или каменную кладку. Они применяются для отделки цоколей в загородных домах, а также для облицовки фасадов общественных зданий. Среди основных преимуществ: быстрый монтаж, возможность установки в зимний период и наличие на складе для оперативной поставки.

Фасадные HPL-панели Puricomact WR1EG и WR1EGR (фасадный пластик) (рис. 10) представляют собой высокопрочный биламинат, созданный под высоким давлением. В основе материала — специальные виды бумаги, пропитанные синтетическими термореактивными смолами. Благодаря особой технологии производства панели обладают высокой устойчивостью к атмосферным воздействиям и ультрафиолетовому излучению, минимально деформируясь даже в сложных эксплуатационных условиях.

Керамогранит и его свойства

Керамический гранит - это экологически безопасный облицовочный материал с низкой пористостью, практически не впитывающий влагу. Он обладает высокой стойкостью к температурным колебаниям, химическим воздействиям и загрязнениям.

Крепление облицовки

Керамогранитные панели фиксируются на подконструкции с помощью скрытых или видимых крепежных элементов. Межпанельные перевязки могут выполняться как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков А.Д. Технология теплоизоляционных материалов. Ч. 2. Теплоэффективные конструкции. М. : МГСУ, 2011.
2. Жуков А.Д., Чугунков А.В., Жукова Е.А. Системы фасадной отделки с утеплением // Вестник МГСУ. 2011. № 1.
3. Кузин Н.Я. Управление технической эксплуатацией зданий и сооружений : учебное пособие для студентов / Н. Я. Кузин, В. Н. Мищенко, С. А. Мищенко; Межрегиональный учебнометодический совет профессионального образования. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ИНФРАМ, 2019. - 156 с. : рис., табл. - (Высшее образование - бакалавриат). - Текст : непосредственный.
4. Ахметжанов Т.Б. Новые виды отделочных материалов : учебное пособие для магистрантов образовательной программ "Производство строительных материалов, изделий и конструкции" и "Строительство" / Т. Б. Ахметжанов ; Министерство науки и образования Республики Казахстан, Строительные материалы и технологии, Карагандинский технический университет. - Караганда : КарТУ, 2021. - 80 стр. : рис., табл. - (Рейтинг). - Текст : непосредственный.

УДК 624.012.

Турганов К.Н. (24-МСС-2, ВКТУ), Чернавин В.Ю. (к.т.н., ВКТУ)

УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ, НАРАЩИВАНИЕМ СЕЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ФИБРОБЕТОНА

***Аннотация.** В статье рассматриваются актуальные методы продления срока службы железобетонных конструкций, подверженных агрессивным воздействиям окружающей среды. Особое внимание уделяется технологии усиления конструкций путем наращивания сечения с использованием фибробетона, обладающего высокой трещиностойкостью и устойчивостью к коррозии. Анализируется мировой опыт применения стальной фибры, объемы производства которой превышают 300 тыс. тонн в год, а также причины ее ограниченного использования в Казахстане. Отмечается экономическая эффективность метода, позволяющая снизить затраты на капитальный ремонт и продлить срок службы строительных объектов.*

***Ключевые слова:** фибробетон, усиление, агрессивная среда, наращивание сечения, железобетон.*

В современном строительстве наибольшее распространение получили три основных вида волокнистых армирующих материалов: стальные фибры, представляющие собой укороченные отрезки тонкой проволоки, стеклянные волокна, а также волокна на основе полипропилена. В отличие от традиционной арматуры, фибровое армирование обеспечивает равномерное распределение армирующих элементов по всему объему бетонной смеси, формируя трехмерную структуру, которая эффективно сдерживает развитие трещин на начальных стадиях их формирования [1, с.25].

Наиболее эффективным видом армирования является стальная фибра, модуль упругости которой превышает аналогичный показатель бетона в шесть раз. Данное фиброволокно может иметь различное поперечное сечение, включая круглое и прямоугольное, с размером от 0,2 до 1,6 мм и длиной в диапазоне от 5 до 160 мм. Сталефибробетон применяется при возведении зданий и сооружений, где важно снизить собственный вес конструкции, уменьшить раскрытие трещин, повысить водонепроницаемость бетона и обеспечить его долговечность [2].

Существует способ усиления нормальных сечений изгибаемых железобетонных конструкций путем наращивания. В теле конструкции просверливают отверстия, в которые устанавливают анкерные стержни Г-образной формы, а затем выполняют наращивание слоя фибробетона снизу усиливаемой железобетонной конструкции. Способ осуществляется следующим образом: в первую очередь поверхность усиливаемой конструкции тщательно промывается, очищается железной щеткой, делаются насечки и увлажняется, что обеспечивает прочность контактной зоны и, дополнительно, повышает сцепление слоя усиления с усиливаемой конструкцией [3]. Затем в

теле конструкции просверливаются отверстия, в которые для обеспечения совместной работы вбиваются Г-образные анкера 3 из проволоки Вр-I. Диаметр анкеров должен быть на 1 мм больше просверленных отверстий для надежности закрепления анкеров в конструкции. Затем на конструкции устанавливается опалубка, которая заполняется фибробетонной смесью. На рисунке 1 изображен основной вид усиленной конструкции и разрез 1-1, а именно: 1 - усиливаемая железобетонная конструкция; 2 - слой наращивания из фибробетона; 3 - Г-образные анкера.

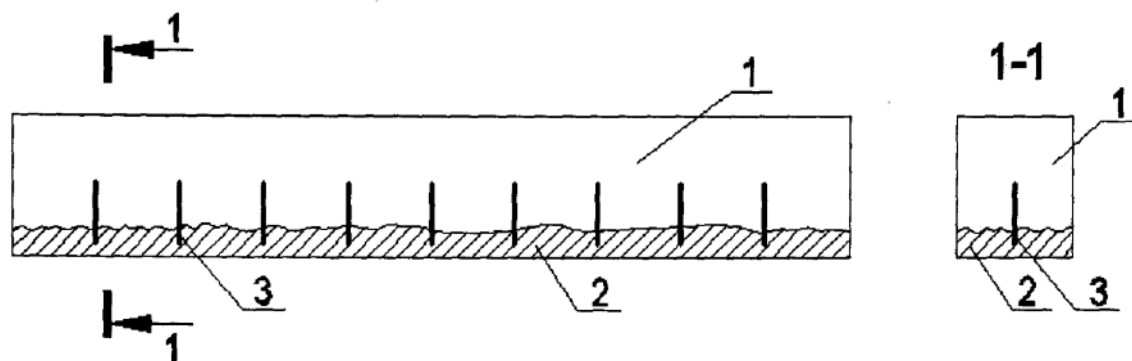
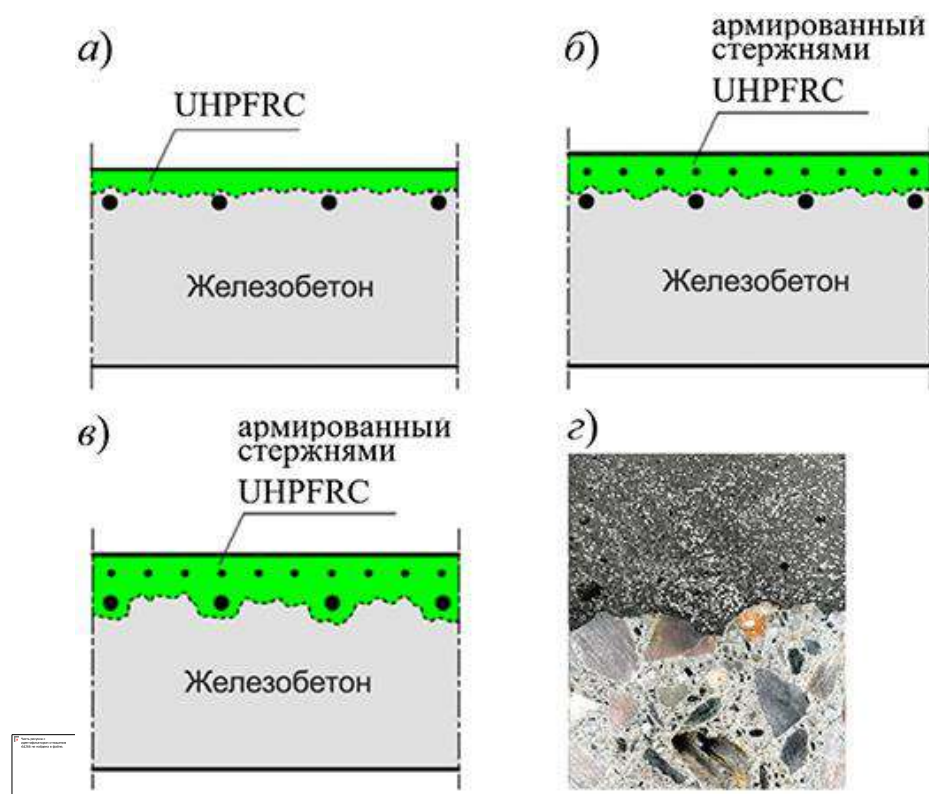


Рисунок 1 - Основной вид и разрез 1-1 усиленной конструкции [3]

Исследования показали, что существующие методики расчёта усиления увеличением площади поперечного сечения, в том числе сталефибробетонной «рубашкой», наносимой торкретированием, разработаны только для железобетона. Формирование слоя «рубашки» вокруг конструкции может потребовать установки опалубки, что позволит наносить смесь методом заливки для значительного утолщения элемента [4, с.34-45]. В случае со СФБ (сталефибробетон) целостная методика, доведённая до конечного результата расчёта, которую можно было бы использовать на уровне норм проектирования, отсутствует. Для разработки такой методики наиболее подходящим является численный диаграммный метод на основе дискретной нелинейной деформационной модели.

Помимо промышленного и гражданского строительства, фибробетон применяется в дорожно-мостовом строительстве. Железобетонные конструкции в автодорожных мостах нередко проявляют недостаточные показатели в области несущей способности и долговечности в условиях интенсивного воздействия окружающей среды (например, хлоридов от противогололедной соли или морской воды и силовых воздействий от обращающейся нагрузки). UHPFRC (сверхвысокопрочный фибробетон) – дисперсно армированный композитный материал, изготовленный из цементного вяжущего, мелкого наполнителя и различных добавок тонкого помола, а также большого количества коротких и тонких стальных волокон [5]. Концепция улучшения характеристик железобетонных мостов состоит в целенаправленном добавлении к элементу из железобетона достаточно тонкого слоя UHPFRC,

обладающего свойством квази-упрочнения, устраиваемого обычно поверх плиты проезжей части моста. Такой «добавленный слой» повышает несущую способность образовавшегося объединенного конструктивного элемента, имеет прочное сцепление с этими конструкциями и способен заменить выравнивающий слой, гидроизоляцию и защитный слой. Кроме того, поскольку слой UHPFRC в определенном диапазоне деформаций не имеет трещин и является водонепроницаемым в режиме нормальной эксплуатации, долговечность железобетонных мостов будет восстановлена и даже увеличена, а межремонтный период продлен [6]. Впервые технология улучшения прочностных и эксплуатационных характеристик существующих железобетонных мостов с помощью добавленного слоя UHPFRC была применена в Швейцарии в октябре 2004 года [7]. С тех пор более 70 автодорожных и железнодорожных мостов разных систем, с пролётами от малых до больших, служат примерами эффективности данной технологии. Среди этих мостовых сооружений есть традиционные железобетонные конструкции, например, массивные плиты, коробчатые балки, балочно-ребристые с большим числом балок в поперечном сечении, рисунок 2.



а-в) – варианты слоя усиления из UHPFRC поверх железобетонной плиты; г) керн-образец по контакту UHPFRC (сверху) и бетона

Рисунок 2 - Концепции слоя усиления из UHPFRC поверх железобетонной плиты [5]

Применение фибробетона в усилении железобетонных конструкций актуально для различных типов сооружений. В качестве примера рассмотрим здание газоочистки №5 цеха №9 АО УК ТМК, находящееся в условиях агрессивной среды, требующее проведения мероприятий по усилению несущих элементов. В осях 7-19; А-Г здание трехэтажное, двухпролетное с сеткой колонн 6х6 м. Размеры в плане 1272 м, отметка покрытия - 10.500 м. По конструктивной схеме здание каркасное, состоящее из монолитных железобетонных элементов. Покрытие и перекрытие монолитное ребристое с балочными плитами. Стены кирпичные самонесущие. Согласно результатов химических анализов газовоздушной среды, полученных за период с декабря 1996 г. по декабрь 1997 г., максимальная концентрация хлора составила 8.0 мг/м³, хлористого водорода - 6.8 мг/м³, влажность - 83%. Влажностный режим здания является влажным ($W > 75\%$), степень агрессивного воздействия газообразной среды на конструкции из бетона - среднеагрессивная, из железобетона - сильноагрессивная, из стали - среднеагрессивная [8].

Дефекты балок вызваны замачиванием их технологическими растворами с одновременным сильноагрессивным воздействием газовоздушной среды. К наиболее характерным дефектам относятся высолы, шелушение антикоррозионного покрытия, отколы бетона, силовые нормальные и наклонные трещины, коррозия бетона и арматуры с образованием вследствие расширяющегося действия продуктов коррозии арматуры трещин вдоль оси арматуры с шириной раскрытия до 15 мм и разрушением бетона защитного слоя.

Для решения проблемы с наклонными трещинами подходит способ наращивания слоя фибробетона снизу железобетонной балки и установки анкерных стержней Г-образной формы. В данном способе фибробетон, в котором каждая фибра играет роль арматуры (дисперсное фибровое армирование) в железобетоне, превосходит обычный бетон по следующим показателям: 1) прочность на растяжение при изгибе (возрастает в 2-3 раза); 2) начальный модуль деформаций; морозостойкость, трещиностойкость (в 1,5-2 раза больше, чем у обычного бетона); 3) ударная прочность (вязкость) (в 8-10 раз больше по сравнению с бетоном).

Способ увеличения площади сечения сталефибробетонной «рубашкой» увеличивает несущую способность балок от 1,08 до 3,85, раза, трещиностойкость – от 1,37 до 6,1 раза, жёсткость – от 1,34 до 11 раз [9]. Установлено, что в усиленных балках с классом бетона выше В20, которые разрушились по нормальному сечению, «рубашка» работала совместно со старым бетоном, то есть нарушения сцепления СФБ и бетона не было вплоть до разрушения. Перераспределение усилий с балки на СФБ «рубашку» происходит, только если до усиления на балку была приложена нагрузка выше уровня $\alpha = 0,2$, в противном случае в обеспечении надёжности усиленной балки основную роль будет играть собственная растянутая арматура, что свидетельствует о низкой эффективности усиления. Следовательно, нанесение надрезов угловой шлифовальной машинкой на глубину не более 5 мм с шагом

10 – 20 мм – эффективный метод для обеспечения совместной работы старого бетона и нового сталефибробетона при усилении «рубашками» [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курбатов Л.Г., Лобанов И.А. Особенности проектирования и технологии изготовления сталефибробетонных конструкций // ЛДНТП – Ленинград, 1978 г. – С.25.
2. Анохин К. А., Шишканова В. Н. Об использовании в качестве армирующей фибры отходов производства - измельченного стекловолокна // Студенческий вестник: электрон. научн. журн. 2023. № 16(255).
3. Описание изобретения к патенту KZ 23199 А4. Способ усиления нормальных сечений изгибаемых железобетонных конструкций // Чернавин В.Ю., Веселов М.В., Мигов С.В. – Оpubл. 15.11.2010, бюл. № 11.
4. Радайкин О.В., Шарафутдинов Л.А. Экспериментальные исследования железобетонных балок, усиленных сталефибробетонной «рубашкой» // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. № 3. С. 34 – 45.
5. Брювилер О. Улучшение прочностных и эксплуатационных характеристик мостовых конструкций с использованием сверхвысокопрочного фибробетона. Концепции и практическое применение // Цементум. – 2020.
6. М. С. Марченко, И. А. Чилин, Н. М. Селютин. Опыт применения сверхвысокопрочного сталефибробетона в элементах усиления железобетонных конструкций // СТС, 2020.
7. Брювилер О. Концепция добавленного слоя из сверхвысокопрочного фибробетона для железобетонных конструкций эксплуатируемых мостов // Цементум. – 2022.
8. В. Ю. Чернавин, А. В. Хапин, Д. Т. Нугуманов, В. В. Губарев, Д. В. Цыгулёв, В. В. Токарев, С. П. Сапронов, Б. Е. Махиев, К. Е. Лебедев, «Заключение о техническом состоянии и рекомендации по усилению и дальнейшей эксплуатации строительных конструкций здания газоочистки № 5 цеха № 9 АО УК ТМК», Восточно-Казахстанский технический университет, Усть-Каменогорск, Казахстан, 1998 г.
9. Радайкин О.В., Шарафутдинов Л.А. К оценке прочности, жёсткости и трещиностойкости изгибаемых железобетонных элементов, усиленных сталефибробетонной «рубашкой», на основе компьютерного моделирования в ПК «ANSYS» // Известия КГАСУ. 2017. № 1. С. 111 – 120.
10. Свидетельство № 2022613574. Расчёт усиления железобетонных балок сталефибробетонной «рубашкой» с применением нелинейной деформационной модели по нормальному сечению: программа для ЭВМ / Радайкин О.В., Шарафутдинов Л.А. (RU); правообладатель ФГБОУ ВО КГЭУ. № 2022612208; заявл. 22.02.22; опубл. 14.03.2022, Бюл. № 3. 2,18 Мб.

УДК 69.05

Уалиев Е.К. (24-МСС-1, ВКТУ)

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В УКРЕПЛЕНИИ ОТКОСОВ ГРУНТОВЫХ НАСЫПЕЙ

Аннотация. В данной работе представлено описание методов применяемых для укрепления земляных откосов. Описаны основные свойства геосинтетических материалов и их классификация по различным признакам, таким как структура, проницаемость, форма и степень деформации. Приведены виды материалов, рекомендованных для использования при укреплении откосов, и их описание.

Ключевые слова: укрепление откосов, геосинтетические материалы, геотекстиль, армирование насыпи.

Введение

Проблема повышения характеристик грунтов и строительных элементов при возведении водохозяйственных и транспортных объектов, а также промышленных и гражданских зданий и сооружений для защиты окружающей среды, требует внедрения инновационных и эффективных строительных материалов, гарантирующих долговечность и бесперебойную эксплуатацию.

Укрепление земляных откосов выполняет защитную роль, предохраняя от вымывания грунта дождевыми осадками и выдувания почвы с поверхности. Несвоевременные меры по укреплению откосов могут привести к обвалам, оползням и другим разрушительным явлениям.

В настоящее время использование геосинтетических материалов [1, с.10] становится все более распространенным в различных областях деятельности человека. Эти материалы представлены разнообразной номенклатурой и отличаются по методам производства, типу сырья, прочностным и деформативным характеристикам, а также по решаемым задачам. В строительстве геосинтетики зарекомендовали себя как эффективный инструмент для улучшения свойств грунтов и защиты их от воздействия природных факторов. Геосинтетические материалы, используются для усиления грунтов, увеличения их прочности, предотвращения деформаций и создания более благоприятных условий для строительства в сложных геологических условиях. Благодаря своим защитным свойствам они также могут использоваться для защиты грунтов сооружений от водной и ветровой эрозии, выполняя роль покрытия для растительного слоя. В настоящей работе на основе анализа современной научно-технической информации рассмотрены основные виды геосинтетических материалов, используемых в строительстве.

Способы укрепления откосов

Метод и способ укрепления откосов выбираются с учетом ряда факторов. Во-первых, это тип грунта. Во-вторых, тип и размеры сооружения. В-третьих, учитываются климатические, топографические и гидрологические условия. Не менее значимыми являются сроки строительства и доступные финансовые ресурсы.

Существует два основных метода укрепления естественных склонов. Для откосов с углом наклона до 8 градусов применяется естественный метод, основанный на стабилизации с помощью корней растений. Для этого больше всего подходят небольшие деревья с глубокой и разветвленной корневой системой, а также кустарники. Многие цветущие растения также способны укрепить почву. Посадка древесно-кустарниковой растительности может быть эффективным решением для создания «защитного экрана», например, для защиты больших сельскохозяйственных полей от ветровой и водной эрозии. Однако для укрепления откосов инженерных сооружений это решение может оказаться неприемлемым по ряду технических и экономических причин. Посадка с использованием посева многолетних трав позволяет решать как локальные задачи, такие как укрепление откосов насыпи под небольшие сооружения, так и более масштабные задачи, например, укрепление русел рек или земляного полотна железных дорог. Однако существенным недостатком этого метода является трудность удержания растительного грунта на откосе в период формирования корневой системы из-за воздействия атмосферных осадков и других природных факторов.

Второй метод укрепления откосов — искусственный, предполагающий использование специальных материалов. Данный метод на сегодняшний день является самым распространенным во многих областях деятельности человека. Вертикальные откосы и крутые склоны с нагрузкой наиболее эффективно укрепляются с использованием подпорных стен и массивных конструкций. Для укрепления склонов с меньшей крутизной и нагрузкой разработаны специальные синтетические материалы, предназначенные для использования в грунтах, — геосинтетики. Геосинтетические материалы — это общее наименование для всех типов синтетических материалов, применяемых в различных сферах строительства.

Классификация и свойства геосинтетических материалов

В зарубежной строительной практике термин «геосинтетические материалы» был введен в 90-е годы XX века, заменив собой понятие «геотекстиль». Геотекстили стали первыми техническими текстильными материалами, использованными в строительстве и геотехнике. Следующим этапом в развитии технических материалов стали георешетки. Были проведены многочисленные исследования направленных на разработку методов повышения прочности нестабильных грунтов, но проблематика выбора для грунтовых насыпей наиболее эффективного геосинтетического материала остается все еще актуальной.

На первых этапах развитие технологий и распространение информации о характеристиках геосинтетических материалов осуществлялись непосредственно производителями. В настоящее время исследования свойств геосинтетических материалов, их применение и вопросы производства находятся в ведении специализированных организаций и научно-исследовательских институтов [2, с.21].

Самыми привлекательными свойствами геосинтетических материалов

являются долговечный срок эксплуатации, обусловленное высокой химической стойкостью и прочностью, низкая материалоемкость, высокая температуростойкость и небольшой вес. По проницаемости геосинтетики разбивают на следующие категорий: изоляционные, влагонепроницаемые, газонепроницаемые, фильтрующие и дренажные. Материалы геосинтетиков классифицируются по форме и содержанию на сыпучие, рулонные и геопены. В зависимости от способности к деформации под нагрузкой их делят на нерастяжимые, растяжимые и сверхрастяжимые. Расширение ассортимента геосинтетиков, совершенствование производственных технологий и доказанная экономическая эффективность стали важными факторами для расширения их применения [3, с.36].

Укрепление откосов должно гарантировать максимальную устойчивость конструкций при самых высоких нагрузках. По этой причине к использованию рекомендованы следующие геосинтетические материалы: геотекстиль, геосетки, георешетка, геомат, геокомпозиты.

Геотекстиль - это нетканый материал из синтетических или натуральных полимеров, обладающий высокими физико-механическими свойствами и стойкостью к химическим воздействиям. Он имеет высокий модуль упругости, что позволяет ему выдерживать значительные нагрузки при небольших деформациях. Геотекстиль используется для разделения слоев, перераспределения напряжений в основании, повышения несущей способности и устойчивости откосов, а также улучшения условий уплотнения земляного полотна. Геотекстиль может быть тканый и нетканый, иглопробивной или термоскрепленный, тип выбирается в зависимости от особенностей строительных объектов.

Геосетки, представляющие их себя плоскую продукцию из полимеров с ячеистой структурой, состоят из эластичных ребер, образованных высокопрочными пучками нитей, которые скреплены в узлах с помощью прошивочной нити, переплетения, склеивания, сплавления или другого метода, образуя ячейки, размеры которых превышают размеры сетки ребер. Эти элементы обрабатываются специальными составами для улучшения их свойств и повышения стабильности. В зависимости от структуры различают двухосные и одноосные ячеистые конструкции. Двухосные конструкции имеют прямоугольные соты и предназначены для применения на слабых грунтах, в то время как одноосные конструкции вытянуты в ромбообразной форме в одну сторону, что делает их эффективными при нагрузках на разрыв. Высокий модуль упругости позволяет этим материалам эффективно воспринимать и распределять нагрузку. Геосетка также показывает отличные армирующие и антиэрозионные свойства.

Георешетка - это конструкция сотовой структуры, состоящая из полиэтиленовых лент, соединенных прочными сварными швами, которая в рабочем состоянии служит устойчивым каркасом как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Этот каркас используется для удержания различных наполнителей, таких как щебень, грунт, бетон, кварцевый песок и

другие материалы. Благодаря высоким стенкам георешетка также способна удерживать крупнозернистые материалы. Для склонов и откосов лучше использовать объемный вариант, который помогает механически зафиксировать конструкции и снизить стоимость работ. В других случаях — предпочтителен плоский вариант. Чаще всего георешетки применяются, когда невозможно применение других методов, например, как габионы (тип конструкции изготовленные из полимерной сетки на каркасах, заполненные природным материалом, снижающие риск оползней в сложных условиях). Основное отличие георешеток от геосеток заключается в методе их производства. Для создания георешеток синтетические рулонные материалы сначала перфорируются и растягиваются в одном или двух направлениях. Таким образом, георешетки становятся интегральным материалом. Наличие фиксированных узловых точек позволяет георешеткам более эффективно распределять нагрузку между продольными и поперечными элементами решетки.

Геомат - это рулонный композитный материал, состоящий из геосетки и искусственного полимерного материала объемной формы. Он представляет собой прочную объемную конструкцию с отличными драпировочными свойствами, что обеспечивает стабильность конструкции и постоянный контакт с грунтовым профилем. Геоматы эффективны при армировании и дальнейшем формировании растительного покрова, как правило используются совместно с такими типами укрепления, как биологические, несущие, защитные и изолирующие.

Геокомпозиты - это комбинированные виды геосинтетических материалов. Эти усиленные композиционные материалы состоят из полимерной (синтетической или натуральной) непрерывной матрицы, которая связывает все компоненты, и армирующего элемента. Важно отметить, что геокомпозиты представляют собой новый материал, объединяющий характеристики всех компонентов, из которых он состоит.

Применение геосинтетических материалов при укреплении откосов

Геосинтетики являются перспективным материалом для армирования грунтов благодаря высокой прочности, устойчивости к агрессивным средам и низким температурам, а также невосприимчивости к коррозии и гниению.

Армирование насыпи происходит через послойную укладку геосинтетиков между грунтами по всему телу сооружения или в области откосов, где возможны критические деформации. Подпорные стены возводят аналогично, включая геосинтетики в конструкцию на расчетное расстояние. Перспективным направлением является использование анкерных систем с полимерными канатами или полосами, которые объединяют армирующие и облицовочные элементы с грунтом. Новыми перспективными материалами являются электрокинетические геосинтетики, которые улучшают консолидацию грунта и сцепление с армирующими элементами. Также развиваются методы предварительного напряжения геосинтетиков для предотвращения деформаций [4, с.25]. Метод оборачивания грунта

геотекстилем позволяет возводить подпорные стены с почти вертикальными откосами, заменяя более дорогие железобетонные конструкции.

По имеющимся данным, потери грунта с поверхности сооружений транспортного, мелиоративного и сельскохозяйственного назначения из-за водно-ветровой эрозии достаточно значительны. Одним из эффективных решений является крепление геоматериала против эрозии на откосах с помощью длинных стержней (3-5 м), болтов или гвоздей. Такая система не только предотвращает эрозию, но и армирует слабые или крутые грунтовые откосы.

Заключение

Использование геосинтетических материалов в укреплении откосов стало важным шагом в решении проблем повышения прочности грунтов и защиты сооружений от природных воздействий. Геосинтетики, такие как геотекстиль, геосетки, георешетки и геокомпозиты, эффективно решают задачи укрепления откосов и защиты от эрозии, улучшая устойчивость конструкций и снижая затраты на обслуживание. Развитие технологий, включая анкерные системы и электрокинетические материалы, открывает новые возможности для улучшения конструктивных решений.

Таким образом, геосинтетические материалы представляют собой надежный и эффективный инструмент для решения актуальных задач в строительстве и укреплении откосов, обеспечивая устойчивость и долговечность инфраструктурных объектов в самых разнообразных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Е.В. Федоренко. Геотехнологии и геосинтетические материалы в транспортном строительстве. – СПб.: МИАКОМ, 2011.
- 2 А.В. Мошенжал. Геосинтетические материалы в балластной призме: обзор экспериментальных исследований // Транспортное строительство. 2014. № 9. С. 21-23.
- 3 И.И. Дмитриев. Геосинтетические материалы в дорожном строительстве. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. ISSN 2304-6295. № 10 (49). С. 35-58.
4. М.Е. Минчукова. Использование геосинтетических материалов при строительстве земляных сооружений различного назначения. Наука и техника. 2006. №3. С. 25-29.

УДК 692.5

Уахитов Д.А. (24-МСС-1, ВКТУ)

ПРИЧИНЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОЛОВ В СТРОЯЩИХСЯ ЗДАНИЯХ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Аннотация. В статье рассматривается пример возведения полов по грунтовому основанию в здании нового склада. Анализируется конструкция пола, влияние действующих нагрузок и выбор прочности материалов. Приведены результаты обследования и выявлены повреждения пола. Дана характеристика методов и результаты испытаний прочности прослойки из цементного раствора. Приводятся рекомендации по восстановлению или замене поврежденных участков. Обращено внимание на тщательную подготовку поверхности перед устройством финишного покрытия. Указано на обязательное соблюдение температурно-влажностных условий. Сделаны выводы о причинах выявленных повреждений.

Ключевые слова: конструкция пола, полиуретановое покрытие, наливной пол, прочность прослойки, рекомендации по восстановлению.

Устройство полов в строящихся зданиях обычно выполняется после возведения несущих строительных конструкций в составе отделочных работ. Состав операций по устройству полов различен и зависит от места, где они устраиваются. Более просто, с минимальным количеством технологических операций выполняются работы на междуэтажных перекрытиях зданий. Основанием для полов в этих случаях будут конструкции междуэтажных перекрытий, которые, как правило, состоят из сборных или монолитных железобетонных плит.

Более сложной задачей является устройство пола на первом этаже зданий, в которых отсутствуют подвальные этажи. Тогда в качестве основания пола используется грунт.

Целью статьи является изложение реальных случаев неправильного выполнения строительных работ и анализ их последствий. Последствия выявляются при обследовании полов, либо при приемке зданий в эксплуатацию, либо после сдачи объекта в процессе его эксплуатации.

При строительстве здания склада полы проектировались с учетом требований норм проектирования [1] с учетом режима эксплуатации. Требования к полам включали необходимую прочность материала, рассчитанную на воздействие сосредоточенных нагрузок от колес автокаров на резиновом ходу и одновременно обеспечение чистоты помещения, отсутствие пыли.

Полы в помещениях склада на первом этаже выполнялись по насыпному уплотненному грунту с втрамбованным щебнем и включали слой монолитного бетона класса В15, армированный сеткой, гидроизоляцию, стяжку из цементно-песчаного раствора марки М150 и грунтовку с последующим нанесением наливного полиуретанового покрытия. В отдельных помещениях в зависимости

от их назначения полы имеют покрытие из керамической плитки, линолеума или ламината.

Обследование строительных конструкций зданий производится в соответствии с нормативными документами [2, 3].

При обследовании полов в здании склада обнаружены следующие недостатки:

- покрытие пола, выполненное из наливного полиуретанового материала, в помещениях на отметках 0.000 и 4.075 м не имеет адгезионного сцепления с прослойкой из цементной стяжки (рисунок 1);



Рисунок 1 – Просадка пола вокруг верхнего обреза фундамента под колонну

- цементная стяжка во всех помещениях на отметке 0.000 м (кроме склада логистики в осях 1-6) и во всех помещениях на отметке 4.075 м выполнена из низкомарочного раствора, прочность которого неразрушающим методом с помощью прибора ИПС-МГ 4.03 по ГОСТ 22690 не определяется в связи с низким содержанием цемента;

- уровень пола в помещении склада логистики имеет следы неравномерной просадки в виде трещин в слоистой конструкции пола с шириной раскрытия до 10 мм (рисунок 2).

Согласно проекту, прочность раствора стяжки должна соответствовать марке М150 [7, 8]. Прочность монолитного бетона подстилающих слоев на отметках 0.000 м и 4.075 м, определенная неразрушающим методом с помощью прибора ИПС-МГ 4.03 по ГОСТ 22690, составляет в среднем $R = 20.8$ МПа

(рисунок 3). По ГОСТ 18105-2018 фактический класс бетона принимают равным 80% от фактической средней прочности бетона:

$$B = 0.8 \cdot R = 0.8 \cdot 20.8 = 16.64 \text{ МПа},$$

что соответствует классу В15, совпадает с проектом полов здания и рекомендациями [9].



Рисунок 2 – Цементная стяжка рабочей площадки имеет низкую прочность, которая приборами неразрушающего контроля не определяется

Толщина стяжки из цементного раствора согласно проекту должна составлять 40 мм. Фактическая толщина составляет от 25 до 40 мм.

Причиной несоответствия конструкции пола проекту является использование низкомарочного раствора в качестве стяжки под наливное полиуретановое покрытие; возможное отсутствие грунтовки перед его наложением; просадки грунтового основания в помещении склада логистики в осях 1-6 по причине слабого уплотнения.

Для приведения конструкции пола в соответствие с проектом разработано техническое решение по реконструкции полов в производственной части здания склада. Обоснование технического решения приводится ниже.

Для усиления полов в здании склада необходимо выполнить их реконструкцию в соответствии с техническим решением, разработанным с этой целью.



Рисунок 3 – Определение прочности бетона монолитной плиты перекрытия рабочей площадки на отметке 4.075 м

Для реконструкции пола рекомендуется:

- удалить покрытие вместе со стяжкой во всех помещениях на отметках 0.000 м и 4.075 м; в складе логистики возможно частичное удаление стяжки из низкомарочного раствора;
- выполнить тщательную очистку подстилающего слоя бетона или гидроизоляции из гидроизола на битумной мастике от разрушенной стяжки и его промывку водой;
- восстановить поврежденные участки гидроизоляции;
- сделать укладку новой стяжки толщиной 40 мм из цементного раствора марки М150, армированной сеткой из проволоки Вр-I диаметром 4-5 мм с размером ячеек 100×100 мм;
- сделать грунтование стяжки после набора прочности;
- сделать укладку наливного полиуретанового покрытия после высыхания грунтовки в течение 12 часов.

Перед устройством покрытия стяжка должна быть чистой, без отложений пыли, без мокрых и масляных пятен. Температура воздуха в помещении должна быть не ниже +15°C, влажность не более 75%.

Особое внимание следует уделить правильному выбору грунтовки, обеспечивающей надежную адгезию стяжки и полиуретанового покрытия. Грунтовка упрочняет поверхность цементной стяжки, обычно ее наносят в несколько слоев. Каждый последующий слой грунтовки надо наносить после высыхания предыдущего слоя. Нельзя допускать больших перерывов, чтобы

грунтовочные слои не покрывались пылью. При несоблюдении этих правил покрытие будет хрупким, и при действии местных механических нагрузок (например, от колес погрузчика) будут образовываться трещины. В конечном итоге это приведет к отслоению полиуретанового покрытия.

Рекомендуется после нанесения стяжки на пробном участке произвести контрольное испытание прочности раствора, который должен соответствовать марке М150.

Анализ результатов обследования полов показал, что основными причинами неудовлетворительного состояния полов склада являются:

1. Некачественное уплотнение грунта обратной засыпки котлована после возведения фундаментов.

2. Несоответствие проектной прочности стяжки, являющейся прослойкой для покрытия из наливного полиуретанового материала.

Эти причины связаны с нарушениями технологии возведения полов и отсутствием должного контроля за прочностью применяемых материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СН РК 3.02-36-2012. Полы / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015. – 14 с.

2. СП РК 1.04-101-2012. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015.

3. СП РК 1.04-110-2017. Обследование, оценка технического состояния и сейсмоусиление зданий и сооружений / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 49 с.

4. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. Межгосударственный стандарт. М., Стандартинформ, 2019. – 20 с.

5. ГОСТ 18105-2018. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. Межгосударственный стандарт. М., Стандартинформ, 2019. – 21 с.

6. Технология и особенности наливного пола, 2024. URL: <https://starfloor.ru>stah/tekhnologiya-nalivnogo-pola>-(дата обращения: 07.03.2025).

7. Колганов А.В. Наливные полы для промышленного и гражданского строительства / Инженерные исследования, № 1, 2021. Санкт-Петербургский ПУ Петра Великого. С. 33 – 37.

8. Лютов В.Н., Елачева М.М. Особенности, свойства, состав и технология устройства наливных полов в торгово-выставочных комплексах // Ползуновский альманах. 2017. № 4-2. С. 106-110.

9. Войлоков И.А., Горб А.М. О некоторых ошибках при проектировании и устройстве бетонных полов в зданиях производственно-складского назначения // Инженерно-строительный журнал. 2019. № 5 (7). С. 4-9.

УДК 693.5:699.8

Фёдоров В. И. (25-МСС-13, ВКТУ), Абдеев Б.М. (профессор ВКТУ)

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ОБРАЗОВАНИЕМ НАЛЕДИ НА КАРНИЗАХ ЗДАНИЙ

Аннотация. В работе рассматриваются основные методы борьбы с образованием наледи на карнизах зданий, что представляет собой актуальную проблему в зимний период. Описаны как традиционные, так и инновационные подходы, направленные на предотвращение образования льда и сосулек. Среди них выделяются антиобледенительные системы, термокабели, улучшенная теплоизоляция, а также системы дренажа и снеготаяния. Произведен также расчет стоимости систем и статистика несчастных случаев, связанных с падением наледи с крыши, что подчеркивает важность решения данной проблемы. Риски разрушения конструкций здания являются реальными в результате протечек, вызванных скоплением наледи. Оценка этих факторов помогает формировать комплексный подход к предотвращению опасных последствий.

Ключевые слова. Наледь, карнизы зданий, антиобледенительные системы, теплоизоляция, зимний период, безопасность.

Скатные кровли и наличие длинных карнизов не только являются эстетически привлекательными элементами архитектуры, но и выполняют важные функциональные задачи. Они привлекают внимание своей выразительностью, придавая зданиям особый характер и гармонично вписываясь в облик окружающего ландшафта. Однако помимо их декоративной роли, эти элементы конструктивно важны для обеспечения долговечности и безопасности здания. Тем не менее сочетание эстетики и функциональности этих конструктивных элементов требует от архитекторов и инженеров внимательного подхода в процессе проектирования. Это включает в себя правильный расчет угла наклона кровли, выбор материалов, которые могут выдержать погодные условия в данной местности, а также использование современных технологий для защиты от образования наледи и сосулек.

Образование наледи на карнизах зданий является серьезной проблемой, с которой сталкиваются как владельцы зданий, так и городские власти, отвечающие за безопасность. В зимний период, когда температура наружного воздуха колеблется около нуля, часто происходит таяние снега, а затем его повторное замерзание, что приводит к образованию льда на карнизах и водосточных системах. Наледь, образующаяся в таких местах, может представлять опасность как для людей, так и для самой конструкции здания, приводя к разрушению элементов фасада, крыш и даже к травмам прохожих. В связи с этим эффективные методы борьбы с этим явлением имеют важное значение для безопасной эксплуатации зданий в зимний период.

Целью работы является анализ существующих методов борьбы с образованием наледи на карнизах зданий, а также оценка их эффективности и безопасности. Кроме того, работа включает расчет стоимости внедрения

антиобледенительных систем, обзор статистики несчастных случаев, связанных с падением наледи с крыш.

Наиболее часто наледь на карнизах образуется вследствие перепадов температуры на крышах зданий, а также неправильного устройства кровельных и водосточных систем. Проблема возникает, когда часть крыши или карниза нагревается, а другая остается холодной, что вызывает таяние снега в некоторых областях крыши. Вода с крыши стекает в водосточные трубы, но, когда температура на карнизах падает, вода замерзает, образуя сосульки и наледь (рисунок 1).

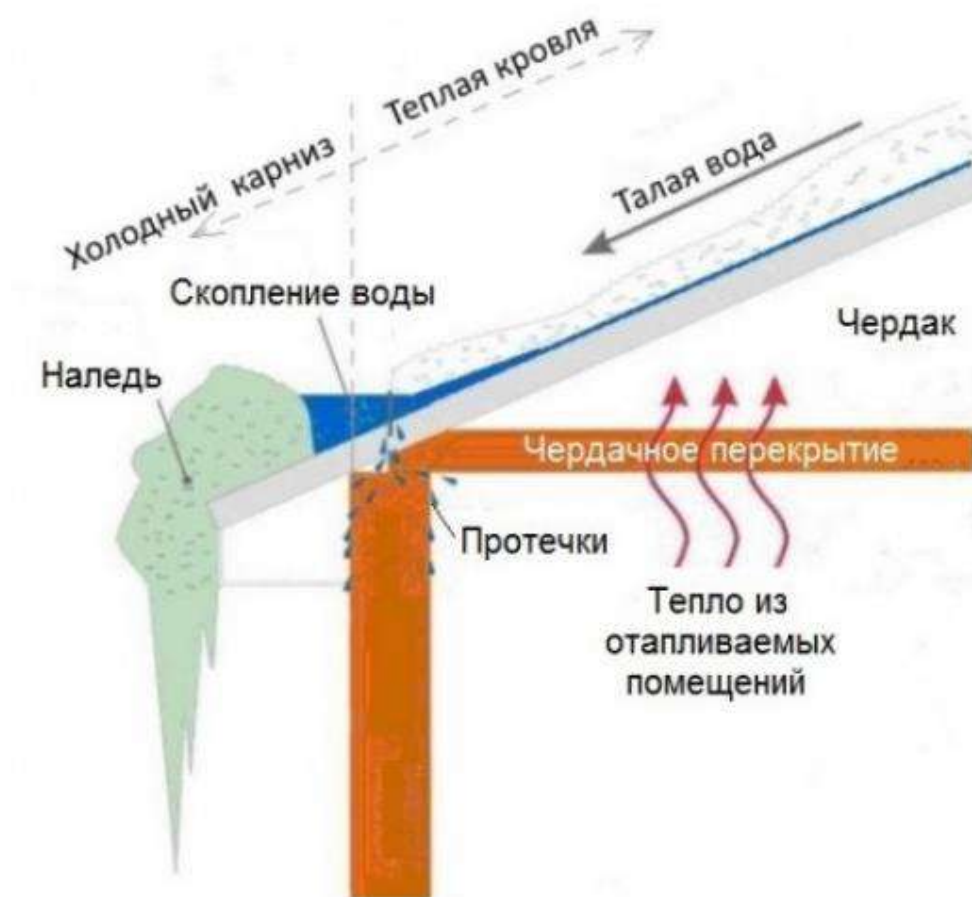


Рисунок 1- Схема образование наледи на карнизе здания

Особенности теплоизоляции также играют значительную роль в образовании наледи. Если кровельная конструкция не обладает достаточной теплоизоляцией, температура на крыше будет сильно колебаться, что способствует быстрому таянию снега в некоторых местах, а в других — его замерзанию.

Другим важным фактором является отсутствие или неправильное устройство дренажных систем. Если система водостоков не функционирует должным образом, вода не может эффективно покидать крышу, что также ведет к образованию наледи и сосулек на карнизах.

Существует разные методы предотвращения образования наледи на карнизах зданий. Одним из самых эффективных способов борьбы с наледью являются антиобледенительные системы. Они включают в себя установки, состоящие из датчиков температуры, автоматических блоков управления, системы мониторинга кабелей, укладываемых вдоль крыши и карнизов. Эти кабели включаются при достижении температуры, при которой начинается таяние снега, и нагревают поверхность крыши, не давая образовываться наледи и сосулькам.

Преимущества антиобледенительных систем заключаются в их высоком уровне безопасности и долговечности. Такие системы могут быть установлены как на новые здания, так и на уже существующие, что делает их универсальными и востребованными. Системы могут быть автоматизированы, что исключает необходимость в постоянном контроле за их работой. Однако стоимость установки таких систем может быть достаточно высокой, что ограничивает их использование в некоторых случаях [1, с. 78].

Кроме того, следует учитывать, что для правильной работы системы необходимы правильный расчет мощности кабелей и их правильная укладка, иначе эффективность системы может снизиться [2, с. 115].

Еще одним эффективным решением являются термокабели, которые представляют собой кабели с высокой температурной проводимостью, которые могут быть встроены как в кровельные конструкции, так и в системы водостока. Термокабели, как и антиобледенительные системы, нагревают карнизы и водостоки, предотвращая образование наледи. Их преимущества заключаются в меньших затратах на установку, а также в возможности их монтажа на уже существующие здания.

Системы термокабелей могут быть как с автоматическим включением, так и с ручным управлением, что дает возможность владельцам зданий контролировать их работу в зависимости от погодных условий [3, с. 128].

Кроме того, термокабели имеют долгий срок службы и высокую эффективность, что делает их отличной альтернативой антиобледенительным системам. Важно отметить, что для достижения максимальной эффективности системы термокабелей необходимо учитывать правильный выбор мощности и конфигурации системы [4, с. 89].

Улучшение теплоизоляции крыши и карнизов является одним из наиболее действенных методов предотвращения образования наледи. В современных строительных технологиях для этих целей используют различные виды утеплителей, которые препятствуют перепадам температуры на крыше, минимизируя риск таяния снега и его последующего замерзания.

Утепление кровли не только способствует предотвращению образования наледи, но и повышает общую энергоэффективность здания, уменьшая потери тепла и снижая затраты на отопление. Важно, чтобы утеплители имели хорошие теплоизоляционные характеристики и не пропускали влагу, так как иначе это может привести к разрушению конструкции крыши [5, с. 132].

Установка теплоизоляции может быть как наружной, так и внутренней. Наружная теплоизоляция эффективнее предотвращает перепады температуры на крыше, однако требует больших затрат на монтаж. Внутренняя теплоизоляция также может быть полезной, но ее эффективность в борьбе с образованием наледи несколько ниже.

Другим важным элементом в борьбе с образованием наледи являются дренажные системы и системы снеготаяния. Дренажные системы обеспечивают эффективный отвод воды с крыши и карнизов, не давая ей задерживаться на поверхности и замерзнуть. Правильное устройство водостоков и труб позволяет значительно снизить вероятность образования наледи и сосулек.

Системы снеготаяния включают в себя специальные устройства, которые помогают ускорить процесс таяния снега на крыше. Эти системы часто интегрируются с антиобледенительными и термокабельными системами, обеспечивая комплексный подход к решению проблемы [6, с. 91].

Рассчитаем стоимость установки систем антиобледенения на крыше площадью 100 м², длина карниза 40- метров. Расценки на установку антиобледенительных систем в Казахстане были получены на официальных сайтах поставщиков термокабелей и специализированных компаний, таких как ТОО "КазСтройЭлектро" ТОО "Алматыэнергострой" а также рыночных исследований в строительной отрасли.

Стоимость погонного метра термокабеля для антиобледенительных систем составляет от 1 590 KZT до 3 710 KZT. Минимальная стоимость термокабелей для 40 метров: $1\,590\text{ KZT} \times 40\text{ м} = 63\,600\text{ KZT}$. Контроллеры, датчики температуры, распределительные устройства могут варьироваться от 53 000 KZT до 265 000 KZT.

Стоимость работ по установке системы может составлять от 2 650 KZT до 5 300 KZT за погонный метр. Потребление энергии для работы системы составляет около 30-50 кВт*ч на каждый погонный метр в месяц, $30\text{ кВтч} \times 40\text{ м} \times 20\text{ KZT за кВтч} = 24\,000\text{ KZT}$ в месяц, при условии постоянной работы системы. Так как при отсутствии льда, снега, отрицательных температур при наличии датчиков система отключит энергопотребление и конечная стоимость эксплуатации будет значительно ниже.

Падение наледи и сосулек с крыш ежегодно приводит к десяткам тысяч травм и даже смертельным случаям по всему миру, становясь одной из главных угроз безопасности в зимний период. С каждым годом такие инциденты становятся всё более распространёнными, и это вызывает серьёзную озабоченность как у властей, так и у граждан. В странах СНГ, где зимы часто бывают суровыми, фиксируется значительное количество случаев, когда падение льда с крыш приводит к тяжелым травмам. Травмы, получаемые людьми от падения сосулек или кусков льда, могут быть самыми разными по степени тяжести. Наиболее часто пострадавшие получают ушибы, растяжения, переломы костей, травмы головы и позвоночника. Особенно опасными являются травмы головы, которые могут привести к сотрясению мозга, повреждениям мозга или даже смерти. Кроме того, падение наледи может

нанести ущерб не только здоровью людей, но и собственности. К примеру, льдины, упавшие с высоты, могут повреждать автомобили, электрические сети и оборудование, окна, двери и даже элементы фасадов зданий. В результате это приводит к дополнительным материальным потерям и требует проведения дорогостоящих ремонтов.

Образование наледи на карнизах и крышах зданий также несет серьезные последствия для конструкций самого здания, приводя к протечкам кровли и ухудшению ее эксплуатационных характеристик. Наледь, образующаяся вдоль карнизов или в водостоках, может создать дополнительное давление на конструкцию крыши. При таянии льда в определенных местах вода может проникать в крыши, нарушая их целостность. Это может привести к образованию трещин в кровле, разрушению изоляционных материалов и даже структурным повреждениям. Протечки из-за наледи и снега могут привести к увеличению эксплуатационных расходов на здание. Влага, проникающая в помещения, требует незамедлительного устранения, чтобы избежать дальнейших разрушений и увеличения ущерба. Все это приводит к дополнительным финансовым затратам.

Таким образом, образование наледи на крышах и карнизах зданий может привести к множеству опасных последствий, таких как травмы людей, повреждения имущества и разрушения конструкций здания. Установка антиобледенительных систем и регулярное обслуживание крыши — это важные меры, которые помогут предотвратить эти проблемы и существенно снизить риски для безопасности людей и долговечности здания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров, А. И. *Современные антиобледенительные системы для зданий* / А. И. Петров. — М.: Стройиздат, 2017. — 215 с.
2. Сидоров, И. В. *Термокабели и их применение в строительстве* / И. В. Сидоров. — СПб: Политехника, 2016. — 187 с.
3. Беляев, А. К. *Системы обогрева и снеготаяния для крыш* / А. К. Беляев. — Екатеринбург: Уральское издательство, 2019. — 142 с.
4. Кузнецов, Н. Л. *Устройство и эксплуатация термокабелей в условиях холодного климата* / Н. Л. Кузнецов. — Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2018. — 210 с.
5. Дмитриев, В. Г. *Теплоизоляция зданий и борьба с наледью* / В. Г. Дмитриев. — М.: Технология, 2015. — 234 с.
6. Лебедев, О. А. *Инновационные подходы к строительству: обогрев крыш и водостоков* / О. А. Лебедев. — Казань: Институт строительных технологий, 2020. — 179 с.
7. Соловьев, А. С. *Экономика установки антиобледенительных систем* / А. С. Соловьев. — М.: Экономика строительства, 2021. — 98 с.

УДК 691

Хаджимұқан Ш.С. (24-МСС-2з, ВКТУ)

ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА

***Аннотация.** Проектирование жилого комплекса — это сложный и многогранный процесс, который требует тщательного планирования, анализа и координации различных специалистов. В данной статье мы рассмотрим ключевые этапы, которые проходят архитекторы, инженеры и другие участники проекта на пути к созданию современного жилого комплекса.*

***Ключевые слова:** проектирование, разделы рабочего проекта, задание на проектирование, нормативные документы.*

Для начала проектирования объекта необходимо иметь следующие исходные данные:

- Архитектурно–планировочное задание на проектирование (АПЗ)
- Задание на проектирование объекта
- Эскизный проект, согласованный местными органами
- Технические условия на наружные сети
- Отчет по инженерно-геологическим работам
- Выкопировка из плана детальной планировки (ПДП), вертикальные отметки профиля дорог
- Топографическая съёмка в масштабе 1:500

Архитектурно-планировочное задание (АПЗ) — один из главных нормативных документов, который обязательно необходимо получить перед началом строительства. Этот документ выдают государственные органы, в основном управление архитектурой и градостроительства.

В АПЗ содержатся все требования, которые нужно соблюдать при застройке: назначение, основные параметры зданий, размещение строительных объектов, обязательные экологические, технические, санитарно-гигиенические и другие условия, предусмотренные законодательством и местными правилами застройки.

Не стоит путать АПЗ с заданием на проектирование (ЗнП). Задание на проектирование составляется в соответствии с СН РК 1.02-03-2011 «Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство» по приложению Б или В. В Задании на проектирование Заказчик должен заполнить все требования к будущему объекту. Название объекта должно включать вид строительства (строительство, расширение, модернизация, техническое перевооружение, реконструкция, реставрация, капитальный ремонт и т.д.)

Задание на проектирование должно утверждаться (в верхнем правом углу первого листа документа) руководителем организации, закрепляться печатью и указывается дата утверждения.

Основные разделы рабочего проекта:

- генеральный план
- архитектурно-планировочное решение
- конструктивные решения
- отопление и вентиляция
- водоснабжение и канализация
- автоматическое пожаротушение
- силовое электрооборудование и электроосвещение
- слаботочные сети
- пожарная сигнализация и автоматика пожаротушения
- сметный раздел

При разработки генерального плана необходимо придерживаться действующих нормативных документов:

а) СП РК СН РК 3.01- 101-2013 "Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских населенных пунктов".

б) СТ РК 21.508-93 Правила выполнения рабочей документации генеральных

планов предприятий, сооружений жилищно-гражданских объектов.

в) СН РК 3.03-05-2014 Стоянки автомобилей

Обязательно указать систему координат и систему высот, абсолютную отметку зданий.

При разработке архитектурно-планировочных решений нужно учитывать:

- условия эксплуатации здания;
- уровень ответственности здания;
- степень огнестойкости здания;
- степень долговечности здания;
- класс конструктивной пожарной опасности;
- класс функциональной пожарной опасности жилых этажей;
- класс функциональной пожарной опасности паркинга;
- сейсмичность района строительства (СНиП РК 2.03-30-2017);

В основу архитектурно-планировочного решения проектируемого жилого здания необходимо брать принцип создания пространства с наилучшей взаимосвязью всех помещений и обеспечения комфортных условий для проживания. Проект должен быть разработан с учетом всех технических, санитарных и противопожарных требований.

В Казахстане преимущественно строительство жилых домов выполняется из железобетонных конструкций. Поэтому при проектировании конструктивных решений по устройству монолитных конструкций необходимо выполнить в соответствии с требованиями:

- СП РК EN 1990:2002+A1:2005/2011 "Основы проектирования несущих конструкций";
- СП РК EN 1991:2002/2011 "Воздействия на несущие конструкции";
- СП РК EN 1992:2004/2011 "Бетонные и железобетонные конструкции";
- СП РК 2.03-30-2017 "Строительство в сейсмических зонах".

- СП РК EN 1997:2007/2011 "Геотехническое проектирование".

Для начала работ необходимо произвести расчеты, на основании которых будут определены схема каркаса, рабочая и дополнительная арматура, толщина конструкций, тип фундамента и т.д.

Рабочий проект «Отопления и вентиляции» жилого дома выполняются на основании ЗнП и согласно действующих норм и правил:

СН РК 2.04-01-2017 «Строительная климатология»;

СП РК 4.02-101-2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»;

СП РК 3.02-110-2007 «Здания жилые многоквартирные»;

СП РК 2.04-107-2013 «Строительная теплотехника»;

СН РК 2.04-2011 «Тепловая защита зданий»;

СНиП РК 2.02-05-2009 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;

СП РК 4.02-108-2014 «Проектирование тепловых пунктов»;

Технические условия (ТУ).

Согласно техническим условиям берутся расчетные параметры наружного воздуха в холодный период года. Так же в ТУ указывается источник теплоснабжения, параметры теплоносителя и т.д.

В разделе вентиляции предусматривается естественная, принудительная и противодымная вентиляция.

В проекте «Водоснабжения и канализации» разрабатывают следующие системы:

1. Водопровод хозяйственно-питьевой (жилье) - В1;

2. Система горячего водоснабжения (жилье) - Т3;

3. Циркуляционный трубопровод (жилье) - Т4;

4. Система бытовой канализации (жилье) - К1;

5. Внутренние водостоки - К2;

6. Конденсатопровод (жилье) - Т8;

За основу так же берутся ЗнП и ТУ. При проектировании водоснабжения и канализации следует придерживаться:

СН РК 4.01.03-2011 "Водоотведение. Наружные сети и сооружения";

СП РК 4.01-101-2012* "Внутренний водопровод и канализация зданий";

СП РК 3.02-101-2012 «Здания жилые многоквартирные».

Монтаж и приемку санитарно-технических устройств производить в соответствии с:

СН РК 4.01-02-2012 "Внутренние санитарно-технические системы зданий";

СН РК 4.01-05-2002 "Инструкция по проектированию и монтажу сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб";

СТ РК ГОСТ Р 51232-2003 "Вода питьевая. Общие требования к методам контроля качества"

Жилые блоки в многоквартирном жилом комплексе оборудуются внутренними сетями холодного, горячего водопровода, бытовой канализации и водостока.

Силовое электрооборудование и электроосвещение проектируется на основе ТУ, где указывается точка подключения (трансформаторная подстанция) и выделенная мощность на жилой дом. Далее в проекте указывается расположение электрощитовой, где будут расположены вводно-распределительные устройства. Необходимо учесть защитные мероприятия для обеспечения безопасности людей от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции кабельной продукции.

Слаботочные сети включают в себя систему контроля и управления доступом, домофонную связь, система видеонаблюдения, телефонизацию, интернет, телевидение.

Автоматическая установка пожарной сигнализации и оповещения людей о пожаре предназначена для сбора, обработки, передачи, отображения и регистрации извещений о состоянии шлейфов пожарной сигнализации, управления системой оповещения людей о пожаре и инженерными системами объекта.

После разработки всех разделов необходимо пройти государственную экспертизу для получения заключения. Порядок проведения экспертизы регламентирован в Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 1 апреля 2015 года № 299. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 15 апреля 2015 года № 10722 "Об утверждении Правил проведения комплексной вневедомственной экспертизы технико-экономических обоснований и проектно-сметной документации, предназначенных для строительства новых, а также изменения (реконструкции, расширения, технического перевооружения, модернизации и капитального ремонта) существующих зданий и сооружений, их комплексов, инженерных и транспортных коммуникаций независимо от источников финансирования"

После получения положительного заключения государственной экспертизы, необходимо получить разрешение на строительно-монтажные работы, уведомив органы государственного архитектурно-строительного контроля (ГАСК).

Уведомлением о начале строительно-монтажных работ, является официально зарегистрированный документ в Управлении Градостроительного Контроля. После подачи определённого государственным органом пакета документов выдаётся: "Талон о приёме уведомления о начале или прекращения осуществления деятельности или определённых действий".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт Казахстанского института стандартизации и метрологии: <https://new-shop.ksm.kz/egfntd/>: нормативные технические документы государственных органов.
2. Сайт государственной вневедомственной экспертизы <https://www.xn--80afgiek1ajkgbp1l.kz/node/265>

УДК 691

Хан А.В. (24-МСС-1, ВКТУ), Кропачев П.А. (ассоц. профессор КарТУ им.А.Сагинова)

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ОСНОВАНИЯХ

***Аннотация.** В статье представлен обзор существующих методов гидроизоляции фундаментов, используемых в строительной практике. Проведена классификация методов по различным критериям, таким как тип материала, способ нанесения, расположение относительно конструкции и принцип действия. Рассмотрены достоинства и недостатки каждого класса методов, а также области их применения в зависимости от гидрогеологических условий и типа сооружения. Особое внимание уделено современным тенденциям в области гидроизоляции фундаментов и перспективным направлениям развития технологий.*

***Ключевые слова:** гидроизоляция, фундамент, классификация, строительные материалы, защита от влаги, водонепроницаемость.*

Гидроизоляция фундаментов является одним из важнейших этапов строительства, обеспечивающим долговечность и надёжность зданий и сооружений. Проникновение влаги в конструкции фундамента приводит к коррозии арматуры, разрушению бетона, образованию плесени и грибка, что влечёт за собой значительные затраты на ремонт и восстановление. Выбор оптимального метода гидроизоляции зависит от множества факторов, включая гидрогеологические условия строительной площадки, тип грунта, уровень классификации методов гидроизоляции фундаментов, основанных на различных критериях.

В условиях современных тенденций развития строительства при проектировании и строительстве гражданских зданий и сооружений не редко предусматривают использование подземного объема для обустройства подземных переходов между зданиями, парковок, помещения технического плана и т. д. Данные тенденции обусловлены стоимостью земли и необходимостью обслуживающих площадей, как дома, так и его жильцов. Такая тенденция весьма актуальна для мегаполисов, в период реализации этой идеи остро встает вопрос о гидроизоляции подземных конструкций с надежной защитой от проникновения воды различного происхождения, для создания условий оптимальной работой подземных конструкций.

Срок службы строительных конструкций определяет длительность жизненного цикла здания или сооружения. Наиболее трудно отслеживать физическое состояние конструкций наблюдение, за которыми затруднено ввиду их нахождения в грунте. Такие конструкции находятся под воздействием грунтовых и сточных вод, что играет существенную роль в их долговечности. Подземные воды под действием капиллярных и молекулярных сил могут подниматься до 6 м вверх по бетонным конструкциям, поэтому гидроизоляция

фундаментов и подземных стен является важным фактором, который требует отдельного внимания. Для защиты строительных конструкций от воздействия грунтовых и сточных вод применяют следующие виды гидроизоляции: - обмазочная; - наплавляемая; - штукатурные покрытия; - проникающая. Обмазочную гидроизоляцию применяют при слабо- и среднеагрессивных водах в качестве защиты бетонных конструкций от капиллярной влажности. Традиционным материалом в данном случае выступают материалы на битумной основе.

К основным преимуществам этих материалов можно отнести - легкость применения, эластичность структуры, низкая стоимость. Как и во всех материалах, он обладает следующими существенными недостатками - воспламеняемость, токсичность, слабая прочность, малый срок службы, невысокая адгезия. Наплавляемая гидроизоляция применяется для фундаментов, полов и кровли.

Важно отметить, что любая поверхность, на которой выполняется наплавление, должна быть тщательно подготовлена. Подготовка поверхности заключается в ее выравнивании, срезе бетонных выступов, закруглении углов, высушивании и грунтовании поверхности. К данной гидроизоляции относят следующие преимущества - высокая прочность, отсутствие необходимости в дополнительной защите от повреждений, широкий диапазон рабочих температур, монтаж в один слой, долговечность и ремонтпригодность. Среди основных недостатков числятся - относительно высокая стоимость в сравнении с обмазочной гидроизоляцией, плохая стойкость к химически агрессивным веществам и значительная трудоемкость в подготовке перед нанесением.

Штукатурные покрытия гидроизоляции наносятся в несколько слоев, по виду материала различают цементную и асфальтовую штукатурку. В основе первого вида лежит цементно-песчаный раствор, поверх которого предусматривают окрасочную (обмазочную) изоляцию. Асфальтовую штукатурку применяют при сильной агрессивности подземных вод. Данный вид гидроизоляции редко находит свое применение в строительстве из-за большой трудоемкости в исполнении.

Преимущества рассматриваемой гидроизоляции схожи с наплавляемой гидроизоляцией с устранением плохой стойкости к химически агрессивным веществам. Минусы остаются в том же объеме с дополнением в отношении привлечения дополнительного оборудования для выполнения данного покрытия. Проникающая гидроизоляция выполняется в виде пропитки элементов фундамента. Она изготавливается из микроцементов и активных химических добавок. Обладает принципиально другими свойствами по сравнению с предыдущими способами - увеличение срока службы обработанной конструкции примерно в 2 раза, к тому же защитное покрытие проникает в бетон на 30–40 см и придает устойчивости к механическим и химическим воздействиям, способствует заживлению микротрещин в бетоне, возможно наносить с внутренней и внешней стороны строения вне зависимости от температуры. Данный материал простотой в нанесении и не требует какого-

либо специального оборудования. Среди ощутимых минусов – один из самых дорогих способов гидроизоляции.

Важным фактором при выборе гидроизоляции является продолжительность ее функционирования. В здании во время эксплуатации произвести ремонт гидроизоляции это довольно дорогостоящий, технологически сложный процесс, который практически невозможно выполнить с должным качеством. Гидроизоляция фундамента здания, сооружения, любой другой постройки – это как комплекс работ по защите строительной конструкции от проникновения сквозь толщу бетона воды и прочих жидких сред (стоков, кислотных или щелочных растворов), воздействие которых снижает механическую прочность фундамента, так и совокупность использованных для создания гидрофобного слоя материалов: полимерных смол, битумов и так далее.

Фундамент нуждается в гидроизоляции непосредственно после изготовления. Необходимость изолирования бетона от проникновения жидкостей связана с наличием в материале микропор, хорошо впитывающих воду как из земли, так и из атмосферы. Такая гигроскопичность не приемлема по нескольким причинам:

Фундамент без правильно оборудованной гидроизоляции пропускает воду. Застаиваясь внутри бетонных конструкций, жидкость приводит к повышению сырости, развитию (особо в тёплых условиях) грибов и болезнетворных бактерий. В результате нахождение в подвальных помещениях становится опасным для здоровья; со временем плесневые грибки, как и сырость, распространяются на нижние этажи здания или сооружения.

Фундамент без должным образом установленной гидроизоляции при проникновении и застое в микропорах жидкости теряет заданные механические свойства, в том числе за счёт вымывания твёрдых частиц. Поскольку нагрузка строительные конструкции обычно остаётся неизменной или даже возрастает, они постепенно разрушаются, что может привести к частичному или полному обрушению здания.

Фундамент с отсутствующей гидроизоляцией впитывает и удерживает воду, которая при замерзании меняет структуру и расширяется. В результате при резком похолодании или чередовании циклов заморозков и оттепелей конструкции испытывают сильные распирающие нагрузки, также негативно сказывающиеся на прочности.

Фундамент – непластичная строительная конструкция, не способная полностью восстанавливаться после снятия нагрузки. Даже после просушивания от воды в массе бетона остаются микротрещины, которые под действием нагрузок впоследствии будут разрастаться в длину, ширину и глубину.

Фундамент, не оборудованный гидроизоляцией, за счёт микрокапиллярного эффекта способен не только впитывать, но и поднимать жидкость наверх, на высоту порядка 10 метров. Дополнительная масса воды в таких конструкциях в среднем составляет около 1500 кг/м², что создаёт

излишнюю нагрузку на строительные конструкции и способствует их разрушению.

Необходимость гидроизоляции сильнее в регионах с повышенной влажностью воздуха, большим среднегодовым количеством осадков и высоким уровнем грунтовых вод. Тем не менее, не рекомендуется оставлять без гидроизоляции и фундаменты зданий, находящихся в относительно сухих условиях – хотя бы потому, что на их прочности могут негативно сказаться прорывы системы водоотведения и канализации.

Поэтому работы по защите подземных сооружений от вод необходимо проектировать и производить с осознанием будущего функционирования здания в течение 100–150 лет без нарушений работы защитных покрытий, а также производства капитальных ремонтов гидроизоляции.

Среди рассмотренных гидроизоляционных материалов для многоэтажного строительства наиболее рекомендуется проникающая гидроизоляция. Она обладает большим перечнем преимуществ по сравнению с другими способами гидроизоляции, наиболее ценные из них: - срок службы, который составляет 100–150 лет, что соизмеримо с длительностью жизни новостройки; - простота и скорость выполнения гидроизоляции с получением необходимого качества; - глубокое проникновение с повышением прочности и долговечности конструкции. Применение вторичных мер гидроизоляции обосновано при ремонте и реконструкции зданий и сооружений, а также в новом строительстве особо ответственных сооружений. Используют их и в случаях, когда невозможно иначе обеспечить требуемую водонепроницаемость ограждающих бетонных и железобетонных конструкций.

При выборе способа вторичной гидроизоляции надо исходить из причин и вида проницаемости конкретных конструкций. Если вода просачивается интенсивно, по всей поверхности пола или стен или происходит трещинообразование в результате сильного напора воды, необходимо применять штукатурные растворы. Если просачивание наблюдается сквозь единичные трещины, нет подпора грунтовых вод, вызывающего образование новых трещин, то эффективными будут водоостанавливающие составы для аварийной ликвидации протечек. Если необходима гидроизоляция поверхностей, через которые нет постоянной интенсивной фильтрации под давлением грунтовых вод или речь идет о гидроизоляции помещений, для которых не желательно уменьшение объема (ванные, душевые и т. д.), оптимально применение гидроизолирующей смеси проникающего действия.

В ряде случаев для гидроизоляции можно использовать проверенную технологию применения материалов мембранного типа. При этом из всего многообразия необходимо выбрать материал, который обеспечит надежность гидроизоляции в требуемом диапазоне температур и деформаций

Современные тенденции и перспективные направления имеют сейчас огромный спектр направлений.

Применение нанотехнологий: разработка гидроизоляционных материалов с улучшенными характеристиками на основе наночастиц (например,

наномодифицированный цемент, нанополимеры). Использование «умных» материалов: разработка материалов, способных адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды (например, самовосстанавливающиеся полимеры).

Развитие экологически чистых материалов: замена традиционных материалов на более экологичные альтернативы (например, биополимеры, материалы на основе растительного сырья).

Совершенствование методов контроля качества гидроизоляционных работ: внедрение новых методов неразрушающего контроля для выявления дефектов гидроизоляции на ранних стадиях. Разработка BIM-технологий для проектирования гидроизоляции: интеграция данных о гидроизоляции в BIM-модели для оптимизации проектирования и строительства.

Характерными особенностями проектирования и строительства промышленных и гражданских сооружений на современном этапе является развитие заглубленных частей сооружений, расположенных ниже уровня дневной поверхности, создание подземных переходов, связывающих отдельные сооружения, а также использование под застройку земель, малопригодных для сельскохозяйственных целей, в большинстве случаев заболоченных. В связи с этим вопросы создания надежной гидроизоляции сооружений приобретают все большее значение. Стальные незащищенные конструкции ржавеют и через 10–12 лет теряют прочность, а некоторые элементы полностью разрушаются. Деревянные конструкции в условиях повышенной влажности уничтожаются грибами в 2–3 года. Каменные, бетонные и железобетонные сооружения также могут терять прочность под воздействием воды, особенно агрессивной. Гидроизоляция – защита частей зданий и сооружений, конструкций, резервуаров и т. д. от проникновения или воздействия воды или предупреждения ее утечки, а также средства для этих целей – специальные конструктивные элементы или водонепроницаемые слои на наружной или внутренней поверхности частей зданий и сооружений. Гидроизоляция может быть частью или дополнением комплекса осушительных, противофильтрационных и противокоррозионных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зарубина Л.П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. – СПб.: Изд-во БХВ, 2011. 278 с. 2.
2. Козыренко Д.В. Проникающая гидроизоляция – самый прогрессивный метод защиты фундаментов // Наука, образование и инновации. - 2016. -С. 38-40.
3. Коржова Ю.Н., Косухин А.М., Богачева М.А. Оклеечная гидроизоляция фундамента // Международный студенческий строительный форум-2017. - С. 353-357.
4. Молева. Н.Ю. Варианты устройства гидроизоляции фундамента // Перспективы развития науки и образования. - 2017. - С. 100-101.

УДК 691

Хан К.В. (24-МСС-1, ВКТУ), Рахимов М.А. (ассоц. профессор ВКТУ)

ОБЗОР МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Аннотация.** В статье представлен обзор основных методов и способов повышения энергоэффективности в строительстве, направленных на снижение потребления энергии жилыми и общественными зданиями. Рассмотрены вопросы теплоизоляции ограждающих конструкций, применения энергосберегающих технологий и использования возобновляемых источников энергии. Подчеркивается важность комплексного подхода к энергоэффективному проектированию и строительства зданий, учитывающего климатические особенности региона и потребности пользователей.*

***Ключевые слова:** энергоэффективность, теплоизоляция, энергосберегающие технологии, возобновляемые источники энергии, строительство, проектирование.*

Проблема энергосбережения и повышения энергетической эффективности является одной из ключевых задач современной строительной индустрии. Растущие цены на энергоресурсы, ужесточение экологических требований и стремление к устойчивому развитию обуславливают необходимость разработки и внедрения новых технологий и решений, позволяющих снизить потребление энергии жилыми и общественными зданиями.

Энергоэффективное здание – это здание, в котором потребление энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование, освещение и горячее водоснабжение сведено к минимуму без ущерба для комфорта проживания или работы. Достижение этой цели требует комплексного подхода, включающего грамотное проектирование, применение современных строительных материалов и технологий, а также использование возобновляемых источников энергии. Энергоэффективность в строительстве представляет собой комплекс мероприятий, направленных на оптимизацию потребления энергии зданиями, с целью снижения расхода энергетических ресурсов при сохранении комфортных условий для пользователей. В контексте строительной отрасли энергоэффективность охватывает как проектирование, так и эксплуатацию зданий и сооружений, включая использование новейших технологий, материалов и систем, способствующих снижению теплопотерь и минимизации потребления энергии для отопления, вентиляции, кондиционирования и освещения.

Понятие энергоэффективности в строительстве тесно связано с понятием «энергетической производительности», которое может быть определено как показатель эффективности использования энергии для выполнения определённых функций здания. Существуют различные методики и стандарты оценки энергоэффективности зданий [1, с. 20].

Исследования показывают, что при внедрении энергоэффективных

решений, таких как улучшенная теплоизоляция, энергоэффективные окна и системы отопления, затраты на строительство могут быть увеличены на 5–15% [2, с. 52-57]. Однако это увеличение часто компенсируется за счет сокращения затрат на эксплуатацию здания, что позволяет владельцам недвижимости окупить дополнительные инвестиции в срок от 5 до 10 лет в зависимости от климата и местоположения здания.

Основные методы и способы повышения энергоэффективности. В настоящее время существует широкий спектр методов и способов повышения энергоэффективности в строительстве. Рассмотрим основные из них.

1. Теплоизоляция ограждающих конструкций:

Эффективная теплоизоляция ограждающих конструкций (стен, кровли, перекрытий, окон, дверей) является одним из наиболее важных факторов, влияющих на энергопотребление здания. Увеличение термического сопротивления ограждающих конструкций позволяет значительно снизить теплопотери в холодное время года и уменьшить затраты на кондиционирование воздуха в жаркое время года.

Для теплоизоляции ограждающих конструкций используются различные материалы, такие как:

- Минеральная вата: эффективный теплоизоляционный материал с хорошими звукоизоляционными свойствами, негорючий и экологически безопасный.
- Пенополистирол: Легкий и прочный материал с высокими теплоизоляционными свойствами, устойчив к воздействию влаги и микроорганизмов.
- Экструдированный пенополистирол: обладает более высокой прочностью и влагостойкостью по сравнению с обычным пенополистиролом.
- Пенополиуретан: Эффективный теплоизоляционный материал, наносится методом напыления, образуя бесшовный теплоизоляционный слой.
- Эковата: экологически чистый материал, изготовленный из переработанной целлюлозы, обладает хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами.

Выбор теплоизоляционного материала зависит от климатических условий региона, типа ограждающей конструкции и экономических соображений. Важно правильно рассчитать толщину теплоизоляционного слоя в соответствии с требованиями нормативных документов.

2. Применение энергосберегающих технологий:

Внедрение энергосберегающих технологий позволяет существенно снизить потребление энергии на отопление, вентиляцию, кондиционирование, освещение и горячее водоснабжение. К наиболее эффективным энергосберегающим технологиям относятся:

- Энергосберегающие окна: окна с многокамерными стеклопакетами, заполненными инертным газом (аргон или криптон), и низкоэмиссионным покрытием (i-стекло) позволяют значительно снизить теплопотери через оконные проемы.

- Системы вентиляции с рекуперацией тепла: Рекуперация тепла – это процесс передачи тепла от вытяжного воздуха приточному воздуху, что позволяет снизить затраты на подогрев приточного воздуха в холодное время года.

Автоматизированные системы управления отоплением и вентиляцией: Использование автоматизированных систем управления позволяет регулировать температуру и расход воздуха в зависимости от потребностей пользователей и внешних условий, что способствует снижению энергопотребления.

Светодиодное освещение: Светодиодные (LED) лампы потребляют значительно меньше электроэнергии, чем традиционные лампы накаливания и люминесцентные лампы, и имеют более длительный срок службы.

Энергоэффективные бытовые приборы: Использование бытовых приборов с высоким классом энергоэффективности (A++, A+++) позволяет снизить потребление электроэнергии.

3. Использование возобновляемых источников энергии:

Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) – это перспективное направление повышения энергоэффективности зданий. К наиболее распространенным ВИЭ относятся:

- Солнечные коллекторы: используются для нагрева воды для бытовых нужд и отопления.

- Солнечные батареи: используются для производства электроэнергии.

- Тепловые насосы: используют низкопотенциальную тепловую энергию окружающей среды (грунт, вода, воздух) для отопления и горячего водоснабжения.

- Ветрогенераторы: используются для производства электроэнергии.

Использование ВИЭ позволяет снизить зависимость от традиционных источников энергии и уменьшить выбросы парниковых газов.

4. Другие методы и способы:

Помимо перечисленных выше методов и способов, существуют и другие решения, способствующие повышению энергоэффективности зданий:

Грамотная ориентация здания по сторонам света: правильная ориентация здания позволяет максимально использовать солнечную энергию зимой и защититься от перегрева летом.

Компактная форма здания: здания компактной формы имеют меньшую площадь наружных ограждающих конструкций, что снижает теплопотери. Использование энергоэффективных строительных материалов: применение материалов с низкой теплопроводностью и высокой теплоемкостью позволяет снизить теплопотери и стабилизировать температуру внутри помещений. Утилизация тепла сточных вод: использование тепла сточных вод для подогрева воды или отопления позволяет снизить энергопотребление. «Зелёные» крыши: покрытие кровли растениями позволяет снизить нагрев здания летом и теплопотери зимой [3, с. 32-35].

Комплексный подход. Для достижения максимальной

энергоэффективности необходимо применять комплексный подход, учитывающий все факторы, влияющие на энергопотребление здания. Комплексный подход включает:

Проведение энергоаудита: определение текущего уровня энергоэффективности здания и выявление основных источников теплопотерь и нерационального использования энергии.

Строительный контроль: контроль качества выполнения работ по теплоизоляции ограждающих конструкций и монтажу энергосберегающего оборудования.

Повышение энергоэффективности в строительстве является важной и актуальной задачей, требующей комплексного подхода и применения современных технологий. Использование теплоизоляции ограждающих конструкций, энергосберегающих технологий и возобновляемых источников энергии позволяет значительно снизить энергопотребление жилых и общественных зданий, повысить комфорт проживания или работы и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Экономические и экологические аспекты энергоэффективных технологий являются ключевыми при принятии решений о внедрении таких решений в строительстве. С экономической точки зрения, использование энергоэффективных технологий позволяет существенно снизить эксплуатационные расходы на отопление, кондиционирование, освещение и другие виды энергии, что обеспечивает долгосрочные финансовые выгоды для владельцев зданий. Например, использование солнечных панелей или геотермальных систем для отопления и охлаждения значительно снижает потребность в традиционных источниках энергии и сокращает счета за электричество. Кроме того, применение современных строительных материалов и систем управления энергопотреблением снижает затраты на обслуживание зданий, увеличивая их привлекательность на рынке недвижимости [1, с. 18].

С экологической точки зрения, энергоэффективные технологии способствуют сокращению углеродного следа. Это происходит за счет снижения потребления ископаемых видов топлива, что уменьшает выбросы углекислого газа и других парниковых газов в атмосферу. Использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, минимизирует негативное воздействие на окружающую среду, а применение экологически чистых строительных материалов способствует сохранению природных ресурсов и уменьшению отходов.

В долгосрочной перспективе, сочетание экономической выгоды и экологических преимуществ от применения энергоэффективных технологий в строительстве способствует устойчивому развитию и повышению качества жизни, как для потребителей, так и для общества в целом.

Будущее энергоэффективных технологий в строительстве определяется развитием инновационных материалов, интеллектуальных систем управления и интеграции возобновляемых источников энергии. Ожидается, что в ближайшие десятилетия ключевыми направлениями будут:

Интеграция «умных» технологий. Системы автоматизации и управления зданиями позволят максимально оптимизировать потребление энергии. Это включает в себя предсказание потребностей в отоплении, освещении и кондиционировании в реальном времени, адаптируя условия в здании в зависимости от внешних факторов и поведения пользователей [4].

Развитие биоклиматического дизайна. Внедрение технологий, использующих природные ресурсы для улучшения энергоэффективности зданий (например, вентиляция через пассивные системы, максимизация использования солнечного тепла и тени), будет играть всё более важную роль в строительных проектах.

Нанотехнологии и новые строительные материалы. В будущем ожидается широкое применение наноматериалов, которые обеспечат высочайшую теплоизоляцию, долговечность и прочность при меньших затратах энергии на производство. Это также включается в концепцию «умных» материалов, которые могут адаптироваться к изменениям температуры и влажности.

Применение зеленых кровель и фасадов. Развитие технологий зеленых крыш, которые не только обеспечивают теплоизоляцию, но и способствуют улучшению микроклимата, поглощению углекислого газа и улучшению биоразнообразия в городах, будет активно развиваться.

Энергия из отходов и замкнутые циклы. Развитие технологий, основанных на переработке отходов в энергию, а также создание замкнутых экосистем для жилых и коммерческих зданий, поможет сократить зависимость от традиционных источников энергии и повысить устойчивость зданий к внешним энергетическим кризисам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильева И.Л., Немова Д.В. Энергоэффективные материалы нового поколения в строительстве // Экология и строительство. – 2018. – № 4. – С. 18-24.
2. Горбанева Е.П., Губенко А.С., Тишина А.К. Энергоэффективные технологии в современном строительстве // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2020. – Т. 17, № 10. – С. 52-57.
3. Долаева З.Н., Урусов А.Р. Перспективность внедрения энергоэффективных технологий в строительстве // Молодой ученый. – 2016. – № 26(130). – С. 32-35.
4. Кашин Р. Интеллектуальные системы автоматики и управления в частном домостроении и на промышленных объектах: технология «Умный дом» // Актуальные исследования. – 2021. – № 26(53). URL: <https://apni.ru/article/2656-intellektualnye-sistemy-avtomatiki-i-upravleniya-v-chastnom-domostroenie-i-na-promyshlennyh-obektah-tehnologiya-umnyj-dom>.

УДК 691.32

Хуснутдинов Д.А., Божаев К.Б. (21-СС-1, ВКТУ), Руденко О.В. (к.т.н., ВКТУ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ В БЕТОНЕ

Аннотация. В статье рассматривается проблема утилизации пластиковых отходов и возможность их использования для приготовления тяжелого бетона. Проанализированы проведенные ранее исследования влияния добавления переработанного пластика на прочностные характеристики бетонов. Приведены преимущества и ограничения при утилизации пластиковых отходов, включая снижение негативного воздействия на окружающую среду, уменьшение использования природных ресурсов и потенциальное снижение прочности бетона при высокой концентрации пластика. Рассмотрены перспективные технологии улучшения свойств бетона с применением пластиковых отходов и успешные примеры его применения в строительстве.

Ключевые слова: Пластиковые отходы, утилизация пластика, прочность бетона, устойчивое строительство, экономичность.

Современное общество сталкивается с массой экологических проблем, одна из которых загрязнение окружающей среды пластиковыми отходами. Ежегодно в мире образуется миллионы тонн пластикового мусора, большая часть которого попадает в окружающую среду или скапливается на полигонах. Пластиковые отходы представляют серьезную экологическую проблему, так как разлагаются сотни лет, загрязняя окружающую среду. По данным исследований, ежегодно в океаны попадает более 8 миллионов тонн пластика, что приводит к разрушению экосистем и негативному влиянию на биоразнообразие. Поэтому проблема утилизации пластиковых отходов становится все более актуальной. Традиционные методы переработки пластика (механическая, химическая переработка, термическое сжигание) имеют ограничения. Например, не все виды пластика можно переработать повторно, а их сжигание приводит к выбросам вредных веществ.

В связи с этим возникает потребность в альтернативных методах утилизации, среди которых переработка отходов в строительные материалы, таких как бетон [1]. Добавление пластика в бетонные смеси может снизить негативное воздействие на окружающую среду пластиковых отходов, уменьшить использование природных ресурсов и улучшить экономичность строительства. Однако этот подход также имеет свои технические и эксплуатационные ограничения, которые необходимо учитывать при разработке новых бетонных смесей.

Строительство требует значительных объемов природных ресурсов, таких как песок и щебень, запасы которых истощаются. Использование пластиковых отходов в бетоне может частично решить эту проблему, снижая зависимость от природных заполнителей и уменьшая экологический след строительства [2]. Использование пластиковых отходов в бетоне дает ряд преимуществ. Во-первых, оно способствует сокращению количества пластиковых отходов,

попадающих в окружающую среду. Во-вторых, может снизить затраты на строительные материалы, так как переработанный пластик является более дешевым и доступным материалом. Технически это также позволяет улучшить некоторые свойства бетона, такие как уменьшение его плотности и повышение удобоукладываемости, что облегчает транспортировку и монтаж конструкций.

Ряд исследований посвящен изучению влияния добавления различных типов пластиковых отходов на свойства бетона. В частности Marc Adrian Kung, Albino Sablayan IV, Daniel Nichol Valerio, Ma Klarissa Daly, Kenneth Jae Elevado в своей работе “Исследования возможности использования полистироловых пластиковых отходов в качестве крупнозернистых агрегатов в бетоне” [3], изучали использование полистирольных пластиковых отходов в качестве крупного заполнителя в бетоне. Результаты показали, что полная замена гравия на полистирол позволила достичь минимальной прочности на сжатие, необходимой для структурных применений, а также снизить общий вес бетона и улучшить его удобоукладываемость.

Другое исследование оценивало влияние содержания переработанного пластика в качестве наполнителя на механические и долговечностные свойства бетона. Было установлено, что при замене 20% мелкого заполнителя на переработанный пластик прочность бетона соответствовала стандартам для несущих бетонных блоков, хотя дальнейшее увеличение доли пластика приводило к снижению прочности и долговечности [4]. Кроме того, исследование, посвященное использованию заполнителей из бетонных и пластиковых отходов, показало, что добавление до 10% пластиковых отходов в качестве мелкого заполнителя в бетонную смесь может улучшить прочностные характеристики бетона. Однако увеличение доли пластика выше этого значения приводило к снижению прочности и скорости ее набора [5].

В целом, исследования показывают, что добавление пластиковых отходов в бетон может быть эффективным способом улучшения некоторых его свойств и одновременно решения экологических проблем. Однако необходимо тщательно подбирать тип и количество пластика, чтобы избежать негативного влияния на прочность и долговечность материала [6]. Однако существуют и ограничения. При высокой доле пластиковых заполнителей прочность бетона может существенно снижаться. Некоторые виды пластика могут негативно влиять на долговечность бетона, особенно в агрессивных средах. Также важно учитывать технологические сложности, такие как необходимость адаптации производственных процессов для равномерного распределения пластиковых частиц в смеси [2].

Одним из ключевых аспектов, влияющих на свойства бетона с добавлением пластика, является то, как пластик взаимодействует с цементной матрицей. Цементная паста, составляющая основу бетона, состоит из гидратированных минералов, которые образуют прочные связи между частицами заполнителей (песка и щебня). Когда в смесь добавляются пластиковые отходы, это может изменить структуру связей, что влияет на прочность и другие механические характеристики.

Исследования показали, что поверхностная обработка пластиковых отходов, таких как шлифование или покрытие специальными гидрофобными веществами, может существенно улучшить сцепление пластика с цементом. Это приводит к улучшению прочностных характеристик, снижая вероятность разрушения бетона на ранних стадиях эксплуатации [5]. Также важно отметить, что различные виды пластика по-разному влияют на гидратацию цемента. Например, полистирол и полиэтилен обладают низким уровнем водопоглощения, что может замедлить процесс гидратации цемента, приводя к более длительному времени набора прочности, но также и к увеличению срока службы бетона в долгосрочной перспективе.

Для того чтобы повысить стабильность и долговечность бетона с добавлением пластика, разработаны несколько технологий, которые могут улучшить его качество. Применение наночастиц, например, помогает улучшить взаимодействие между цементной пастой и пластиковыми добавками, что способствует лучшему распределению нагрузки и повышению механических характеристик. Минерализующие добавки, такие как метакаолин и зола, могут помочь улучшить сцепление пластика с цементом и снизить негативные эффекты, такие как высокая пористость или водопоглощение. Также существует технология гибридных смесей, при которой смешиваются различные виды пластиковых отходов, такие как полистирол, полиэтилен и полиуретан, что может привести к получению более устойчивого материала, который будет сочетать лучшие свойства каждого из них.

Устойчивое строительство становится важнейшей целью в современном мире. Применение переработанных пластиковых материалов в бетоне способствует снижению воздействия строительной отрасли на природу. В странах с высокой плотностью населения, где природные ресурсы ограничены, переработка пластика и его добавление в строительные материалы помогает решить не только проблему отходов, но и дефицита строительных материалов. Проблемы утилизации и переработки пластиковых отходов также остаются актуальными. Не все виды пластика одинаково хорошо поддаются переработке, и некоторые виды пластика, такие как многослойные упаковки, содержат добавки, которые могут ухудшить свойства бетона. Для того чтобы сделать использование пластика в строительстве более распространенным, необходимо решить проблему стандартизации процесса переработки и обеспечить доступ к качественным отходам для применения в строительных материалах.

Несмотря на ограничения, уже существуют успешные примеры применения бетона с добавлением пластиковых отходов. В Индии одна из крупнейших строительных компаний начала использовать переработанный пластик в производстве бетона для строительства дорог. Использование пластиковых отходов в бетоне позволило снизить себестоимость строительства и улучшить долговечность дорожных покрытий, которые менее подвержены повреждениям от высокой температуры и влажности [1]. В США существует несколько пилотных проектов, направленных на использование пластиковых отходов в бетонных плитах для жилых комплексов и коммерческих зданий. Эти

проекты показали, что пластиковый бетон обладает хорошими теплоизоляционными свойствами и может использоваться для создания устойчивых к внешним воздействиям фасадов и внутренних стен. В Великобритании исследуют возможность использования переработанных пластиковых отходов для создания высокопрочного бетона, который будет применяться для строительства мостов и других крупных инфраструктурных объектов.

Добавление пластиковых отходов в бетон открывает новые горизонты для устойчивого строительства, экологической утилизации и сокращения использования природных ресурсов. Несмотря на некоторые вызовы, такие как снижение прочности при высоких концентрациях пластика и необходимость адаптации технологических процессов, эта практика имеет огромный потенциал. Будущее пластикового бетона зависит от дальнейших исследований, направленных на оптимизацию состава смесей и их адаптацию к различным климатическим условиям и эксплуатационным требованиям. Технологии переработки пластиковых отходов и их использование в строительных материалах, таких как бетон, могут стать важной частью решения экологических и социальных проблем на глобальном уровне, помогая создать более устойчивую строительную отрасль и чистую планету для будущих поколений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sura Amoori Abbas, Wasan Ismail Khalil, & Ali Attiea Jaber. Механические свойства экологичного бетона с использованием пластиковых пакетов из отходов // GEOMATE Journal.- 2020. –С. 144-150
2. Jantarachot, K., Yodsudjai, W., Nokkaew, N., & Prayongphan, S. Прочность при сжатии переработанного бетонного заполнителя из отходов бетона и пластиковых отходов. // GEOMATE Journal.- 2023. –С. 72-80
3. Marc Adrian Kung, Albino Sablayan IV, Daniel Nichol Valerio, Ma Klarissa Daly, Kenneth Jae Elevado. Исследование возможности использования полистироловых пластиковых отходов в качестве крупнозернистых агрегатов в бетоне // GEOMATE Journal.- 2024. –С. 118-124
4. Richard M. De Jesus, Emmanuel Bastian Pelaez, Moises Carll Caneca. Экспериментальное исследование механического поведения бетонных балок с измельчёнными пластмассами // GEOMATE Journal.- 2018. –С. 71-75
5. Ashad, H., Muh Shadikin Ismail, Toni Utina, Muhammad Syarif Burhanuddin, Masdiana, & Risma Diana. Исследование экспериментального поведения бетона с использованием отходов пластика для зубных щеток в качестве крупного заполнителя // GEOMATE Journal.- 2023. –С. 131-138
6. Chusilp, N., & Laksanakit. Влияние переработанного пластика в качестве наполнителя на механические и долговечные свойства бетона. // GEOMATE Journal.- 2022. –С. 56-63

УДК 726.01

Чалкенов М.С. (25-МАР-3з, ВКТУ)

РОЛЬ САКРАЛЬНЫХ МЕСТ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА В ФОРМИРОВАНИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ И СОЦИАЛЬНО- КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Аннотация. В статье дается краткое определение понятия сакральности и перечень сакральных мест, находящихся на территории Восточно Казахстанской области. Также рассмотрены три особо почитаемых сакральных памятника на примере неолитического храма «Ак- Бауыр», памятника раннего сакского периода - некрополь «Шиликти» и некрополь I тыс. до н.э. «Берель». Дано краткое описание этих сакральных сооружений, месторасположение, особенности данных сооружений, сделанных находок в ходе исследовательских работ, уникальность памятника.

Ключевые слова: сакральные места, региональная идентичность, историко-природный ландшафт, синкретизм, звериный стиль.

Сакральные места - это особо почитаемые памятники природного и культурного наследия, имеющие ценности в памяти каждого народа и выступающие в качестве символа национального единства и возрождения. В качестве сакральных памятников выступают природно- ландшафтные объекты, такие как священные горы, пещеры, реки, урочища, древние городища, места необычных природных явлений, родовые святилища, курганы и захоронения, объекты религиозного культа, места жизни великих людей, святых, мавзолеев, храмы и иные памятники природного, культурного и исторического наследия.

Общенациональные сакральные объекты Казахстана поделены на шесть категорий: особо почитаемые памятники природного наследия; археологические и архитектурные памятники; крупные средневековые городские центры и столицы Казахского ханства; религиозные и культовые объекты, являющиеся местами поклонения; сакральные места, связанные с историческими личностями; места, связанные с историческими и политическими событиями.

На территории востока Казахстана есть места, которые внесены в общенациональный реестр достопримечательностей. Согласно данным Восточно- Казахстанского областного краеведческого музея (по состоянию на 31.07.2020), к ним относятся:

1. Гора Белуха (Музтау).
2. Пещера Коныр- Аулие.
3. Озеро Алаколь.
4. Историко- археологический комплекс «Берель» (Берельские курганы)
5. Комплекс Шиликтинских курганов.
6. Природно- исторически комплекс «Ак- Бауыр».
7. Мавзолей Ыргызбай Ата.
8. Мавзолей Козы Корпеш и Баян Сулу.

9. Культурно- исторический комплекс Абая «Жидебай- Борели».
10. Памятник Жанибеку Бердаулетулы в Жарминском районе ВКО
11. Литературно- мемориальный музей Ф. М. Достоевского.
12. Дом- музей «Алаш- арыстары».
13. Монумент памяти жертв ядерных испытаний «Сильнее смерти».

Последние три объекта, отнесенные к общенациональным сакральным местам, находятся в городе Семей.

Помимо общенациональных есть также 500 региональных объектов, 25 из них располагаются на территории Восточного Казахстана. Это природные объекты, такие как: Киин Кериш, Ашутас, Пылающие Адыры, озеро Зайсан, озеро Маркаколь, Рахмановское. Также местами поклонения издавна стали мавзолей Енлик- Кебек, мавзолей аулие Бектурган, мавзолей Боранбай Би и другие.

Формирование региональной идентичности и социально-культурного наследия могло осуществляться по нескольким направлениям. Можно сказать, что территория Восточного Казахстана являлась местом встречи трех мировых религий - ислама, буддизма и, в последующем, христианства. Происходило взаимодействие традиционных культов и мировых религий: ислама (алтайские казахи) и буддизма (западные монголы), а также реформирование шаманизма (южный Алтай). Стержневой составляющей религиозного мировоззрения указанных народов является культ Алтая (культ Горы), выражающийся в обрядово- ритуальных сюжетах почитания объектов природы посредством языка символов.

Примером может считаться памятник культуры Восточного Казахстана Ак- Бауыр. По мнению ученых Ак- Бауыр считается неолитическим храмовым комплексом. Учитывая синкретический и семиотический характер неолитической культуры , (сочетание разнородных философских начал в одну систему, наука о знаковых системах) можно представить, что грот был местом проведения ритуалов, а склон сопки считался священным. Неслучайным видится использование в нескольких топонимических названия урочища эпитета «Ак»- белый. Белый цвет в древнетюркской культуре имел значение священного, с появлением ислама стал символизировать цвет Аллаха. По мнению Л.С. Марсадолова и З.С. Самашева, пирамидальная форма сопки Ак- Бауыр была символом сакрального пространства и могла ассоциироваться с космическим холмом.

Вторым примером можно считать некрополь Шиликты. Ценностью территории является историко- культурный ландшафт, образованный гармоничным воздействием природы и многовековой деятельности человека, нашедший отражение в характере исторических памятников.

Памятник раннего сакского времени представляет собой равнину длиной 80 км, окруженную горами Тарбагатай, Манырак, Сауыр- Сайхан. Окруженная со всех сторон горами долина являет собой уникальный природный ландшафт, похожий на колыбель. Не случайно долина названа «Царской долиной». По мнению многих ученых считается, что именно в

Шиликтинской долине зародилась культура саков и выработался так называемый звериный стиль. К, примеру при раскопках кургана №16 была обнаружена разграбленная гробница из листового золота: бляшки в виде оленей, беркута- грифона, кошачьего хищника, нашивки на одежду геометрической формы. Важно то, что удалось проследить архитектуру надмогильного погребального сооружения, строительную технологию. Датируются материалы VII-VI вв. до н.э.

Шиликтинские золотые украшения являются наиболее ранними в искусстве саков. Раскопки на некрополе Шиликты относятся к числу выдающихся открытий последних лет, повлиявших на реконструкцию культурно- исторических процессов, происходивших в нашем крае в середине I тыс. до н.э.

Еще одним из ярким примером археолого- архитектурного и природно- ландшафтного сакрального памятника находящегося на территории Восточного Казахстана является некрополь Берель. Памятник получил всемирную известность, благодаря найденным здесь захоронениям кочевой знати и высокохудожественными изделиями в скифо- сибирском зверином стиле. Некрополь Берель стал известен широкому кругу общественности с 1998 г, благодаря уникальным находкам, полученным в одном из самых крупных курганов, обозначенного №11. Группа исследователей под руководством, З. Самашева обнаружила царское захоронение. Царь с царицей и тринадцать рыжих лошадей в полном убранстве покоились в Кургане более двух тысяч лет. Его диаметр составил 33,5*22,8 м; максимальная высота сохранившейся насыпи 3 метров. Курган №11 представляет собой специальное сооружение, возведенное для погребения персоны, занимавшей самое высокое положение в социальной лестнице общества кочевых скифо- сакских племен. Долина само по себе являет собой погребальное сооружение, а курган выполнял роль храма Берель насчитывает более 100 погребально- поминальных сооружений разной величины. Здесь можно провести параллель с погребальными сооружениями некрополя Шиликты.

Его устройство свидетельствует о высокой строительной культуре, архитектуре и сложных региональных представлениях населения региона IV- III в.в. до н. э. Главной его надземной частью является каменная наброска, сооруженная из крупноблочного материала осыпей и валуна- галечника без мелкоземистого заполнителя, выполняющая роль аккумулятора природного холода. В этой искусственно созданной пористой толще происходит формирование многолетней мерзлоты, обеспечивающая в свою очередь хорошую сохранность всего органического материала на протяжении более чем двух тысяч лет.

Долина, где расположены курганы, значительно возвышается на местности и со всех сторон окаймлена высокими горами. По мифологическим представлениям древних, горы наделены особым смыслом, так как на их вершинах обитают боги, в верхний мир уходят души предков. Местонахождение курганов в горах, на берегу реки, связывающий верхний и

нижний миры, глубоко символично. Археологические исследования Берельского некрополя позволили всему миру увидеть яркую культуру эпохи древнего всадничества.

Предметы конского снаряжения, выработанные в среде кочевников I тыс. до н. э., без существенных модификаций бытовали в кочевом обществе казахов до недавнего времени. Преемственность между древними кочевниками и казахской культурой достаточно ярко проявляется в сфере духовности- в реликтах до мусульманских обрядов и верований, традиции создания эпических сказаний, мифотворчестве. Выработке системных знаний и взглядов на окружающий мир.

Сакральность - это места, которые поддерживают не только религиозность но и духовность. Казахи никогда не были привержанцами радикального мусульманства. Почитая тенгрианство, своим уважением к мусульманству казахи являют собой истинных последователей своих предков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтай- түркі әлемінің алтын бесігі [Текст]: халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы материалдары 26- 27 тамыз 2013 жыл. 2- часть = Материалы международной научно- практической конференции «Алтай-Золотая колыбель тюркского мира» 26- 27 августа 2013 года. - Өскемен: Б. и., 2013.- 323 с.

2. Куликова, Е. Н. Акбаур - природно- исторический комплекс Восточного Казахстана [Текст]: монография / Е. Н. Куликова, И. Ю. Несекова; Министерство образования и науки Республики Казахстан, Казахстанско-Американский свободный университет.- усть- Каменогорск: [б.и.], 2014.- 91 с.

3. Курдаков, Е.В. Ак-Баур [Текст]: тайны и открытия: о памятнике древнейшей письменности, находящемся в казахстанском Алтае/ Е. В. Курдаков.- Усть- Каменогорск: [б. и.], 2008.- 147 с.

4. Толубаев А. Т. Проблемы эпохи бронзы и железного века Казахстана [Текст] : избранные труд и статьи. Толубаев , А. Т. Раннесакская шиликтинская культура [Текст]: научное издание / А. Т. Толубаев. - Алматы: ИП « Садвакасов А.К.», 2018.- 528 с.- (Рухани жаңғыру) (Культурное наследие:). Очерки истории Рудного Алтая [Текст].- Усть- Каменогорск: [б.и.], 1970.

5. Н. А. Тадина, В.И. Терентьев. Перспективы изучения культа алтая у народов тюрко- монгольского пограничья. Раздел V/ Современные этноконфессиональные исследования. [Текст] Горно- Алтайский государственный университет, г. Горно- Алтайск: [б.и.], 345 с.

6. Алтай- түркі әлемінің алтын бесігі [Мәтін]. - Өскемен[б. и.], 2018.- Берел кешені; Б. 210-216.

7. Алтайдан Каспийге дейін= От Алтая до Каспия [Текст]: атлас памятников и достопримечательностей природы, истории и культуры Казахстана. Т 1: Восточный, Северный и Центральный регионы.- Алматы: [Brand Book], 2011.- 584 с.

8. Горбунов, А. П. Вечная мерзлота- хранительница древностей [Текст] / А. П. Горбунов, З. С. Самашев, Э. В. Северский.- Алматы: Ин- т археологии им. А. Х. Маргулана, 2000.- 64 с.

9. Ислямов, А. Шығыс Қазақстан топонимикасы[Мәтін] = Топонимика Восточного Казахстана: Әдістемелік құрал / Ислямов А.- Алматы: Эверо, 2003.- 112 б.

10. Қазақстан археологиясы. Деректер мен зерттеулер [Мәтін]. Т. 5: Берел жылқылары. Морфологиялық зерттеу = Берельские лошади. Морфологические исследования = Berel horses. Morphological reseach.- Астана: [б. и.], 2014.- 368 б.

11. Мешелқызы, М. Өр Алтай, Асау Қалжыр, Қара Ертіс [Мәтін] / М. Мешелқызы. Өскемен : [б. и.], 2014. - 560 б. Самашев З. Берел [Мәтін] = Berel / З. Самашев ; Қазақстан Республикасының білім және ғылым министрлігі, ғылым комитеті, Ә. Х. Марғұлан атындағы Археология институтының Астана қаласындағы филиалы. - Алматы : Таймас, 2011. - 236 с. - (Мәдени мұра).

12 . Самашев, З. Берел в истории культуры Древних кочевников Алтая [Текст] = Қазақ Алтайы ерте көшпелілері мәдени мәдени тарихындағы Берел = Berel in the history of the cultureof ancient nomads of Kaza kh Altai / З. Самашев, А. Чотбаев [и др.]. - Астана : Фолиант, 2018. - 264 с.

УДК 711.4.01

Черникова З.А. (23-МАР-2, ВКТУ), Козлов М.В. (канд. арх., ВКТУ),
Феоктистова Е.А. (канд. арх., ВКТУ)

ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОРОДСКИХ ПУБЛИЧНЫХ ПРОСТРАНСТВ НА ПРИМЕРЕ Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА

Аннотация. Объектом исследования выступают городские открытые публичные пространства, их иерархия, расположение в структуре города, а также формирующие факторы. Рассматривается взаимосвязь функциональной структуры, пешеходного каркаса и системы публичных пространств города. Проводится глубокий анализ функциональной составляющей г. Усть-Каменогорска, его влияние на пешеходные связи. Подробно изучается зависимость пешеходных пространств от зонирования территории. Результатом исследования является аналитическая схема структуры публичных пространств, полученная методом графоаналитического анализа.

Ключевые слова: графоаналитический анализ, открытые публичные пространства, пешеходный каркас, функциональное зонирование.

Публичные пространства имеют важное значение для горожан. Обеспечивая город необходимыми пространствами, формируются организованные территории для развития социальной жизни, создание мест отдыха и площадок для проведения культурных мероприятий. Площади, парки и улицы становятся не только местами для встреч, но и важными элементами городской экосистемы, улучшая качество жизни, снижая стресс и повышая безопасность. Кроме того, такие пространства играют роль в устойчивом развитии города, повышая инвестиционную привлекательность города и раскрытие туристического потенциала.

Публичные пространства города – это открытые общественные пространства, соединяющие в себе функции пространств пребывания и пространств коммуникации [1, с. 12]. Их формирование может зависеть от градостроительных факторов, социально-экономических, культурных особенностей города, истории его создания, развитие инженерно-транспортных сетей и т.п. Их создание и видоизменение может проследиваться в течении всего цикла существования города.

Графоаналитический метод анализа построен на основе «графических изображений как моделей изучаемых градостроительных систем» [2, с. 1]. Данный подход позволяет наглядно и комплексно исследовать, и проектировать городскую среду. Сочетание графических и аналитических инструментов позволяет выявить закономерности, проблемы и потенциал развития городских пространств. Визуализация и анализ пространственной организации позволило создать схемы, которые наглядно отображают пространственную структуру города. Для работы используется поэтапное исследование функционального зонирования города, анализ пешеходного каркаса для ключевого анализа публичных пространств города Усть-Каменогорск.

Схема функционального зонирования города позволила определить основные градообразующие функции, основные районы с обилием различных типов объектов, уровень насыщенности города различными функциями (рис.1). Превалирует усадебная застройка, производственные зоны и организованные рекреационные пространства общего пользования. Торговые зоны, учреждения обслуживания, многоэтажная и среднеэтажная застройка, рекреационные пространства, зоны культурных сооружений формируют создают маятники притяжения населения и становятся опорными элементами для формирования пешеходного каркаса города.

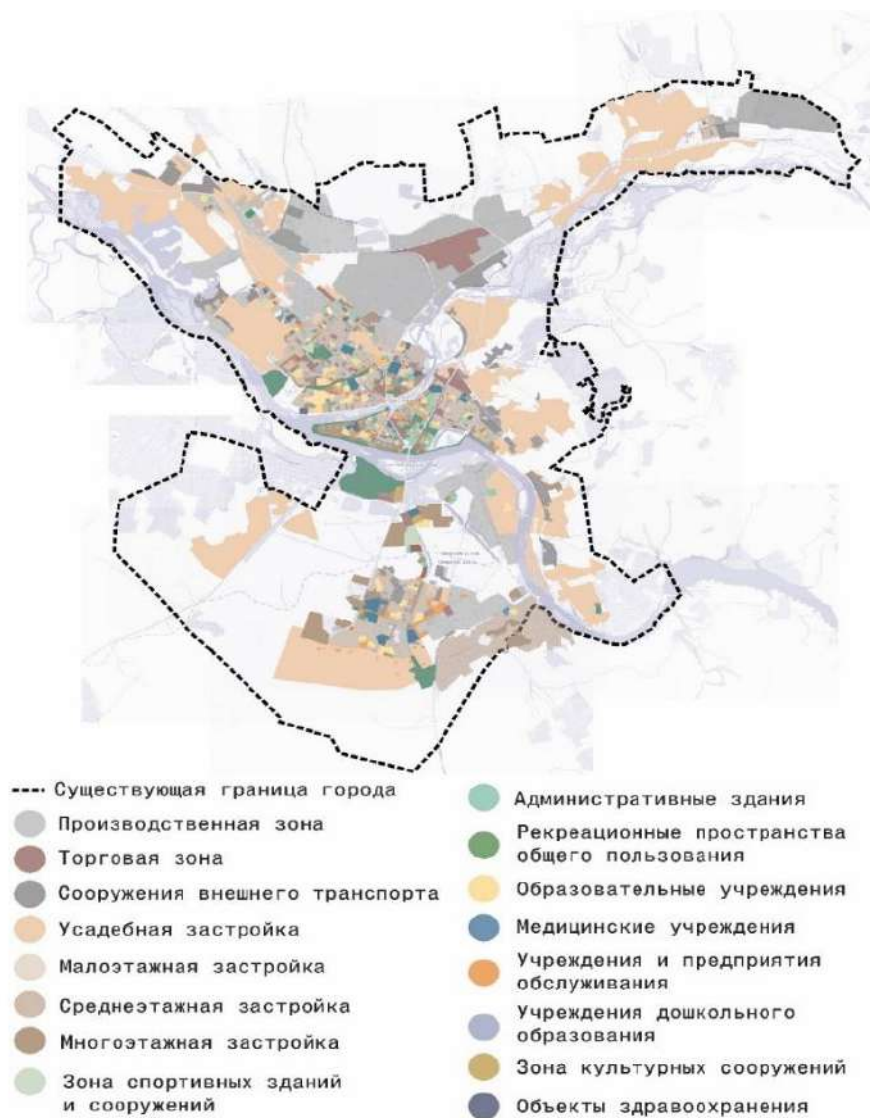


Рис. 1 – Схема функционального зонирования г. Усть-Каменогорска

Пешеходный каркас рассматривается как «часть общегородского каркаса, основополагающая совокупность линейных и площадных компонентов в пределах центральной части города. Каркас предназначен для использования пешеходами и связан в единую систему непрерывными связями» [3, с. 1]. Выявление пешеходного каркаса основывалось на анализе существующих пешеходных связей, их насыщенности и наполненности прилегающими функциями, активностью их использования (рис. 2).

Рассмотрена прямая зависимость пешеходных связей от расположения объектов притяжения общегородского значения.



Рис. 2 – Схема пешеходного каркаса г. Усть-Каменогорска

Открытые городские публичные пространства города принадлежат части городских территорий и являются общедоступными. На данных территориях происходит формирование и воспроизводство общественной жизни, осуществляется как транзитные функции, так и функции социального взаимодействия.

Публичные пространства города Усть-Каменогорск принадлежат различным районам и связаны основными транзитными транспортно-пешеходными связями. На их территориях преобладают познавательные, развлекательные, религиозные функции. Некоторые пространства преобразуются в зависимости от проводимых на них событий. Пребывание в них варьируется от кратковременных до длительных, а характер деятельности зависит от расположения в структуре города.

Формирование вдоль осей, особенности рельефа, водно-зеленый каркас и история формирования города определило островной характер общественных пространств.

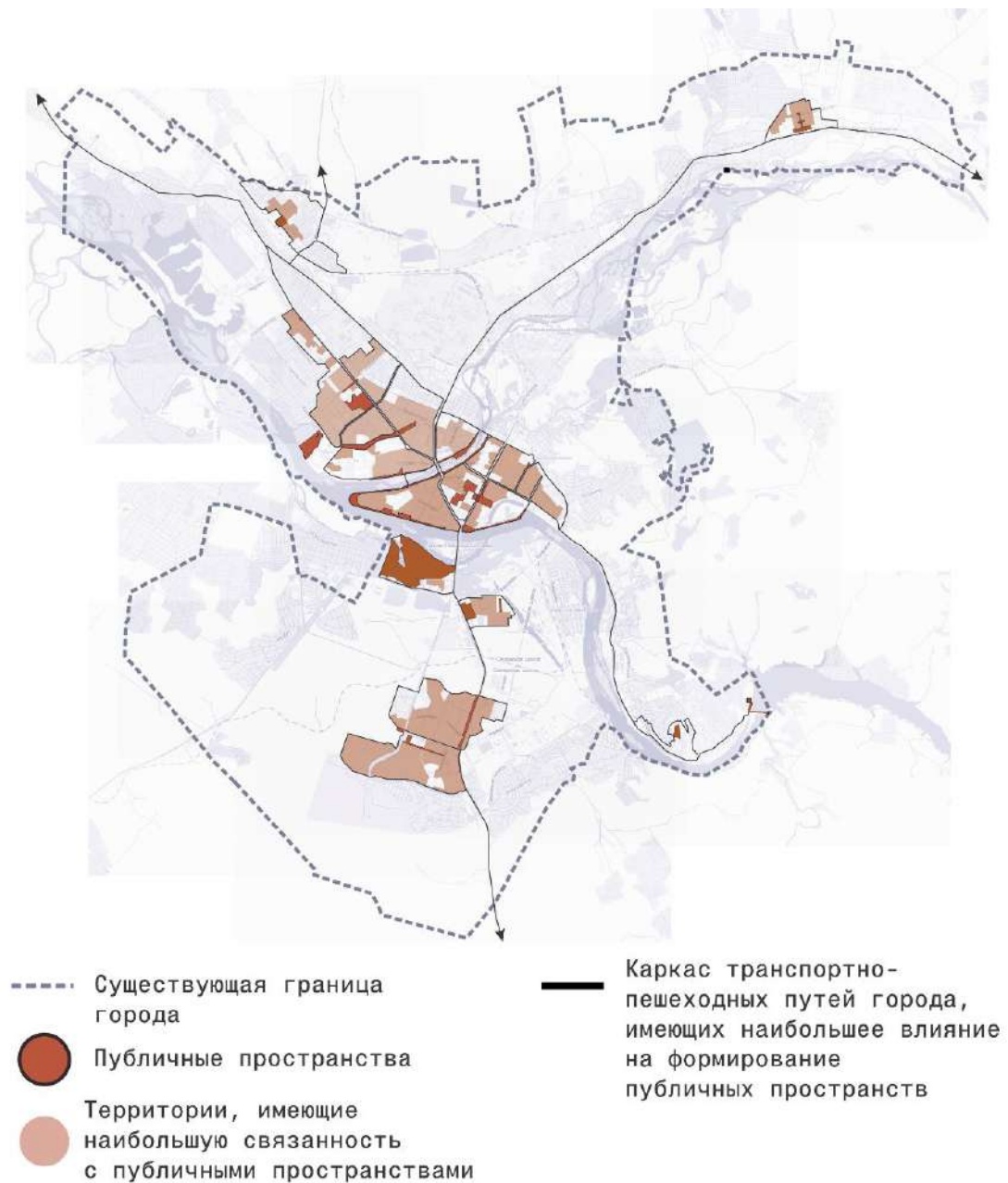


Рис. 3 – Структура городских публичных пространств г. Усть-Каменогорска

В итоге сопоставления и наложения схем анализа по факторам (в том числе представленных на рис.1 и рис.2.), а также учитывая аналитический материал по архитектурно-планировочному развитию города, была получена итоговая структура публичных открытых пространств. Закономерно, что доминирующее значение занимают пространства в центральной (особенно исторической) части города, при этом активно начинает формироваться система пространств в Левобережной части города. Схема и анализ наглядно демонстрируют изолированность и обособленность общественных публичных

пространств ряда районов, что обусловлено в первую очередь расчлененной планировочной структуры города, а также его функциональным зонированием. Производственные территории также создают препятствия в создании более целостной и единой структуры открытых пешеходных пространств. Конфигурация территории пространств позволяет определить их типологическое разнообразие (линейные, островные, точечные, линейно-анфиладные, смешанные), что отображает влияние функций, застройки и транспортного каркаса.

Создание публичных пространств города и точек притяжения формирует наиболее связанные между собой пространства, наполняя территории новыми транзитными связями. Данные исследования необходимы для разработки рекомендаций по дальнейшему изучению вопросов формирования публичных пространств г. Усть-Каменогорска с целью создания комфортной и устойчивой среды в современных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демурина Ю. Л. Типология пешеходных пространств в городской среде // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2011. – №. 3. – С. 12-14.
2. Кишик Ю. Н. Графоаналитические методы исследований градостроительных систем (на примере средневекового белорусского города) // Наука и техника. 2013. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/grafoanaliticheskie-metody-issledovaniy-gradostroitelnyh-sistem-na-primere-srednevekovogo-belorusskogo-goroda>
3. Меркушев С. А. Пешеходно-променадные каркасы больших центров городов-миллионеров России [Электронный ресурс]: монография; Пермский государственный национальный исследовательский университет // Электронные данные. – 2023.
4. Крашенинников А. В. Социально-пространственная структура пешеходного пространства // Architecture and modern information technologies. – 2012. – №. 4 (21). – С. 4.
5. Козлов, М. В. Теория градостроительства: учебное пособие / М. В. Козлов. - [Б. м.]: ТОО "Medet Group", 2021.
6. Косицкий, Я. В. Основы теории планировки и застройки городов / Я. В. Косицкий. - М.: Архитектура-С, 2007.

УДК 69.059.032

Чудиновский Д.М. (24-МСС-1, ВКТУ)

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК

Аннотация. Подкрановые балки, как важный элемент зданий промышленного назначения. Характер нагрузок на балки. Виды повреждений: коррозионный износ, трещина, деформации. Контроль технического состояния. Алгоритм искусственного интеллекта и возможности их использования при обследовании подкрановых балок. Алгоритмы регрессии, дерево решений, метод опорных векторов, случайные алгоритмы, нейронные сети. Принципы работы, применение, преимущества и недостатки. Постановка задачи обследования технического состояния и разработка рекомендаций по эксплуатации на конкретном примере.

Ключевые слова: подкрановые балки, обследование, разработка рекомендаций, техническое состояние, искусственный интеллект.

Надежность и безопасность грузоподъемных механизмов, в частности кранов, напрямую зависит от технического состояния несущих конструкций, к которым они крепятся. Подкрановые балки, воспринимающие значительные динамические и статические нагрузки, подвержены различным видам повреждений, таким как трещины, деформации, коррозия и износ. Своевременная и точная оценка технического состояния этих элементов критически важна для предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения безопасной эксплуатации кранового оборудования.

Традиционные методы оценки, включающие визуальный осмотр, ультразвуковой контроль, рентгенографию и другие неразрушающие методы, требуют значительных временных и трудовых ресурсов, а также могут быть субъективными и зависеть от квалификации специалиста. В последние годы всё большее внимание уделяется применению искусственного интеллекта (ИИ) для автоматизации и повышения точности оценки технического состояния подкрановых балок. ИИ способен анализировать большие объемы данных, выявлять закономерности и прогнозировать дефекты, что позволяет принимать обоснованные решения о дальнейшей эксплуатации.

Для оценки технического состояния подкрановых балок могут использоваться различные методы и алгоритмы ИИ. К их числу относится машинное обучение, которое представляет собой широкий спектр алгоритмов, способных выявлять сложные закономерности, необходимые для оценки технического состояния подкрановых балок и их классификации, которая используется для отнесения балки к определенному классу, характеризующему ее техническое состояние (например, “годна”, “требуется ремонта”, “непригодна к эксплуатации”).

Виды алгоритмов следующие:

1. Алгоритмы регрессии: используются для прогнозирования числовых значений, характеризующих степень повреждения балки (например, глубину трещины, процент коррозии) [1]. Линейная регрессия (Linear Regression): Простой алгоритм, который моделирует линейную зависимость между признаками и целевой переменной [5]. Принцип работы: строит линейную модель, минимизирующую сумму квадратов отклонений между предсказанными и фактическими значениями. Применение в оценке подкрановых балок: Прогнозирование глубины трещины на основе данных о нагрузке, условиях эксплуатации и материале балки. Преимущества: простота, интерпретируемость, высокая скорость обучения. Ограничения: предполагает линейную зависимость, не подходит для сложных случаев.

2. Логистическая регрессия (Logistic Regression): простой и эффективный алгоритм для бинарной классификации. Он моделирует вероятность принадлежности балки к одному из двух классов (например, “годна” или “не годна”) на основе линейной комбинации признаков [5]. Принцип работы: строит линейную модель, которая преобразуется в вероятность с помощью сигмоидной функции. Применение в оценке подкрановых балок: классификация балок по признаку наличия или отсутствия критических дефектов на основе данных визуального осмотра, результатов неразрушающего контроля (NDT) и данных мониторинга. Преимущества: Простота, интерпретируемость, высокая скорость обучения. Ограничения: предполагает линейную зависимость между признаками и вероятностью, не подходит для сложных случаев.

3. Полиномиальная регрессия (Polynomial Regression): Алгоритм, который моделирует нелинейную зависимость между признаками и целевой переменной с помощью полиномиальной функции. Принцип работы: расширяет пространство признаков, добавляя полиномиальные члены (например, квадраты и кубы признаков). Применение в оценке подкрановых балок: Прогнозирование степени коррозии на основе данных о влажности, температуре и времени эксплуатации. Преимущества: способность моделировать нелинейные зависимости, высокая точность для сложных случаев. Ограничения: склонность к переобучению, требует тщательной настройки параметров.

4. Деревья решений (Decision Trees): алгоритм, который строит дерево решений, позволяющее классифицировать балку на основе последовательности вопросов о ее признаках [6]. Принцип работы: рекурсивно разделяет данные на основе наиболее значимых признаков, создавая дерево, в листьях которого находятся классы. Применение в оценке подкрановых балок: Классификация балок по нескольким критериям: наличие трещин, степень коррозии, деформации и другие. Преимущества: простота интерпретации, способность работать с категориальными и числовыми данными, не требует предварительной обработки данных. Ограничения: склонность к переобучению, чувствительность к шумам в данных.

5. Метод опорных векторов (Support Vector Machines, SVM): Мощный алгоритм, который строит оптимальную разделяющую гиперплоскость между

классами, максимизирует расстояние до ближайших точек данных (опорных векторов) [2]. Принцип работы: отображает данные в пространство более высокой размерности, где разделяющая гиперплоскость может быть построена линейно. Применение в оценке подкрановых балок: классификация балок по состоянию с высокой точностью, особенно в сложных случаях, когда признаки нелинейно связаны с классом. Преимущества: высокая точность, устойчивость к переобучению, возможность работы с нелинейными данными. Ограничения: Сложность интерпретации, высокая вычислительная сложность для больших наборов данных.

6. Случайный алгоритм (Random Forest): Мощный алгоритм, который объединяет множество деревьев решений для повышения точности и устойчивости прогноза. Принцип работы: строит множество деревьев решений на случайных подмножествах данных и признаков, а затем усредняет их прогнозы. Применение в оценке подкрановых балок: прогнозирование остаточного ресурса балки на основе комплексного анализа данных о нагрузках, условиях эксплуатации, повреждениях и материале балки. Преимущества: высокая точность, устойчивость к переобучению, способность работать с большими наборами данных, возможность оценки важности признаков. Ограничения: Сложность интерпретации, высокая вычислительная сложность для больших наборов данных.

7. Нейронные сети (Neural Networks, NN)—это мощные алгоритмы машинного обучения, способные моделировать сложные нелинейные зависимости. К их числу относятся сверточные и рекуррентные.

Сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN). Принцип работы: CNN состоят из нескольких слоев, включая сверточные слои, слои пулинга и полносвязные слои. Сверточные слои извлекают признаки из изображений, а слои пулинга уменьшают размерность данных. Полносвязные слои используются для классификации или регрессии. Применение в оценке подкрановых балок: Анализ изображений, полученных в результате визуального осмотра или неразрушающего контроля (ультразвуковой контроль, рентгенография), для выявления и классификации дефектов (трещин, коррозии, деформаций). Преимущества: Высокая точность при обработке изображений, способность выявлять сложные паттерны и зависимости. Ограничения: требуют больших объемов размеченных данных для обучения, сложны в интерпретации.

Рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Networks, RNN). Принцип работы: RNN предназначены для обработки последовательностей данных, таких как временные ряды. Они имеют рекуррентные связи, которые позволяют им запоминать информацию о предыдущих элементах последовательности [4]. Применение в оценке подкрановых балок: анализ временных рядов данных мониторинга (деформации, вибрации, напряжения) для прогнозирования развития повреждений и определения момента достижения критического состояния. Преимущества: способность обрабатывать последовательности данных, учитывать временные зависимости,

прогнозировать развитие повреждений. Ограничения: Требуют больших объемов данных, сложность обучения и интерпретации.

8. Экспертные системы (Expert Systems) представляют собой системы, основанные на знаниях, которые используют правила и логические выводы для принятия решений. Принцип работы: экспертные системы состоят из базы знаний, содержащей правила и факты, и механизма вывода, который использует эти знания для решения задач. Правила обычно имеют вид “ЕСЛИ условие ТО действие”. Применение в оценке подкрановых балок: использование экспертных знаний о причинах и механизмах возникновения дефектов в подкрановых балках, а также о методах их диагностики и ремонта для создания правил и логических выводов, позволяющих оценить состояние балки на основе собранных данных. Преимущества: простота разработки и внедрения, прозрачность и интерпретируемость решений. Ограничения: зависимость от качества знаний экспертов, сложность адаптации к новым данным и изменениям в условиях эксплуатации.

Выбор конкретного метода или алгоритма ИИ для оценки технического состояния подкрановых балок зависит от следующих факторов.

Во-первых, от типа доступных данных: для обработки изображений подходят CNN, для анализа временных рядов – RNN, для решения задач классификации и регрессии – ML-алгоритмы.

Во-вторых, от требуемой точности: SVM, Random Forest и нейронные сети обычно обеспечивают более высокую точность, чем логистическая и линейная регрессия.

В третьих, от сложности задачи: для сложных задач, требующих учета множества факторов, подходят нейронные сети и экспертные системы.

В четвертых, от интерпретируемости результатов: деревья решений и экспертные системы обеспечивают более простую интерпретацию результатов, чем нейронные сети.

В пятых, от вычислительных ресурсов: нейронные сети и алгоритмы машинного обучения требуют значительных вычислительных ресурсов для обучения и работы.

Оценка технического состояния подкрановой балки с использованием ИИ позволяет не только выявить существующие дефекты, но и прогнозировать их развитие, что позволяет принимать обоснованные решения о дальнейшей эксплуатации. Рекомендации по ремонту на основе характера и степени повреждений можно рекомендовать различные виды ремонта (например, сварка, замена поврежденного участка, усиление конструкции). Рекомендации по изменению режима эксплуатации: на основе прогноза развития повреждений можно рекомендовать жесткости, накладки). Рекомендации по проведению регулярного мониторинга: для контроля развития повреждений рекомендуется проводить регулярный мониторинг состояния балки с использованием датчиков и систем мониторинга. Рекомендации по замене балки: в случае выявления критических повреждений или невозможности проведения эффективного ремонта рекомендуется замена балки [3].

Техническое состояние подкрановых балок зависит от многих факторов. Главными факторами являются период и условия эксплуатации. От них в первую очередь зависит степень износа конструкций, влияющая на их несущую способность. Поэтому в начале необходимо проанализировать, в какой период строилось здание, и каким был режим эксплуатации строительных конструкций. Для этого производится изучение конструктивного решения производственного здания, природно-климатические условия, степень агрессивного воздействия внутренней среды. Затем производится обследование технического состояния строительных конструкций. С этой целью используются своды правил [4, 5], где изложена последовательность выполнения работ, требования к исходной и отчетной документации.

Объем работ по обследованию может включать обмеры здания, в том числе размеры сечений элементов несущих конструкций, и оценку прочности строительных материалов. Особенно важно определить показатели механических свойств стали для подкрановых балок, а также ее химический состав.

На основе результатов обследования производится расчет несущей способности и жесткости подкрановых балок. Особенность расчета – наличие подвижной многократно повторяющейся нагрузки. Это требует определения наиболее невыгодного положения колес крана на балке, при котором создается максимальный изгибающий момент и поперечная сила. Необходимо также учесть возможное сочетание крановых нагрузок для двух кранов, которые максимально приблизились друг к другу. Проверяют несущую способность не только подкрановых балок, но и других несущих конструкций промышленного здания, по которым крановая нагрузка транспортируется до фундамента.

На основании этой работы делается вывод о достаточности несущей способности подкрановых конструкций и разрабатываются рекомендации по дальнейшей эксплуатации, либо по их усилению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметов И. Г., Смирнов, А. В. Разработка алгоритма прогнозирования остаточного ресурса металлоконструкций с использованием нейронных сетей / Известия вузов. Строительство. 2020.
2. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Диалектика. 2007. 369 с.
3. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. М.: Вильямс. 2006. 1408 с.
4. СП РК 1.04-101-2012. Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений / Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, Астана, 2015.
5. СП РК 1.04-110-2017. Обследование, оценка технического состояния и сейсмоусиление зданий и сооружений / Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства по инвестициям и развитию РК, Астана, 2017. – 49 с.

УДК 691

Шаяхмет Қ.Қ. (24-МСС-1, ВКТУ)

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА В
СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Аннотация.** Статья посвящена анализу эффективности применения сталефибробетона в современном строительстве. Подробно показано экономическое сравнение монолитных колонн, выполненных по «традиционной» технологии и с добавлением стальной анкерной фибры в бетон. Также в данной статье приводятся примеры экономии применения материала.*

***Ключевые слова:** Железобетон, прочность, высокопрочный железобетон, сталефибробетон, фибра, армирование.*

Новые требования по долговечности к такому традиционному виду строительного материала как бетон вынуждают искать новые виды армирования. Армирование — это сложный и трудоемкий процесс, который занимает большую часть времени в возведении монолитных конструкций. В качестве армирующего материала в последнее время все более широко применяется дисперсное армирование волокнами. Для изготовления фибры используются различные материалы: металл, базальт, полипропилен, стекло.

На сегодняшний день необходимо просчитать экономическую эффективность фибробетонных конструкций, учитывая более высокие физико-механические свойства, долговечность, технологичность, большой межремонтный ресурс и т. п. по сравнению с железобетоном.

Сталефибробетон — композиционный материал из бетонной матрицы, армированной короткими стальными волокнами — фибрами диаметром 0,25–1,2 мм, с отношением длины к диаметру 50–120, объемным содержанием 0,5–3%. Он и конструкции на его основе отличаются от традиционного бетона более высокими качествами атмосферной стойкости (морозостойкость не ниже F1000, водонепроницаемость не ниже W20, средний размер пор 0,3 мм, при поверхностной пористости не более 2,5%) [1, с. 12–24].

Доказано, что при жестких атмосферных воздействиях прирост прочности во времени достигает 20–200% по отношению к железобетону. Сложные по геометрическим формам конструкции на его основе, такие как оболочка покрытия храма, получаются в 5 раз легче, а экономия стали достигает более чем в 2 раза. Так как данный материал в разы более восприимчив к ударной вязкости и в 4–5 раз превышает огнестойкость традиционного бетона, сталефибробетон может широко применяться в строительстве общественных уникальных зданий и сооружений.

Сталефибробетон также применяется в конструкциях несущих элементов таких как несъемная опалубка стен. Установка блоков несъемной опалубки стен полной заводской готовности позволяет выполнять армирование и установку закладных деталей сразу после монтажа блоков. При этом в помещении можно вести другие строительные и монтажные работы.

Результатом разработки состава бетона должно стать такое соотношение между исходными составляющими, при котором будет достигнута прочность бетона и его другие заданные свойства, необходимая подвижность бетонной смеси и экономичность.

Процесс определения номинального состава бетона включает следующие этапы:

- выбор и определение характеристик исходных материалов для бетона; расчет начального состава;
- расчет дополнительных составов бетона с параметрами, отличающимися от -принятых в начальном составе в большую и меньшую сторону;
- изготовление пробных замесов начального и дополнительных составов, отбор проб, испытание бетонной смеси, изготовление образцов и их испытание по всем нормируемым показателям качества;
- обработка полученных результатов с установлением зависимостей, отражающих влияние параметров состава на нормируемые показатели качества бетонной смеси и бетона и предназначенных для назначения номинального, а также назначения и корректировки рабочих составов бетона;
- назначение номинального состава бетона, обеспечивающего получение бетонной смеси и бетона требуемого качества при минимальном расходе вяжущего.

Многочисленные исследования, убедительно показывают, что дисперсное армирование теми или иными волокнами обеспечивает:

- улучшение механических характеристик бетонов: повышение трещино-, ударо и износостойкости, прочности, в первую очередь на растяжение и изгиб;
- повышение эксплуатационной надежности конструкций, что выражается в стойкости к агрессивной среде за счет улучшения поровой структуры бетона;
- повышение экономичности в результате сокращения рабочих сечений конструкций, в ряде случаев уменьшения расхода или полного отказа от использования стержневой арматуры;
- возможность создания автоматизированных линий по выпуску различных видов фибробетонных изделий массового назначения. При этом масса полученной информации позволяет выделить основные закономерности, которые могут считаться общепризнанными:
- свойства фибробетона определяются видом и качеством применяемых волокон и бетона, их количественным соотношением и во многом зависят от состояния контактов на границе раздела фаз;
- существенное повышение прочностных характеристик композита по сравнению с исходным бетоном с сохранением достигнутого уровня во времени обеспечивается использованием высокотехнологичных волокон, химически устойчивых по отношению к матрице и с большим, чем у нее, модулем упругости;

- вид волокон, их относительная длина (l/d) и процентное содержание в смеси (μ) должны назначаться, исходя из требований к изделиям и конструкциям с учетом принятой технологии. Отступление от оптимальных значений указанных параметров в большую или меньшую сторону снижает эффективность дисперсного армирования; при оптимальных параметрах армирования введение волокон способствует улучшению структуры и свойств исходного бетона, повышению его стойкости и долговечности [1, с. 111–119].

Одним из важных преимуществ фибробетона является высокая ударостойкость, благодаря которой этот композит находит широкое применение, например, при производстве забивных свай.

Ужесточение требований к безопасности зданий и сооружений привело к необходимости повышения показателей физико-технических свойств и долговечности строительных материалов, применяемых при строительстве, реконструкции и ремонте. Известно, что цементные бетоны, наиболее широко применяемые среди всех других материалов, обладая высокой прочностью на сжатие, имеют сравнительно низкие показатели прочности при растяжении и изгибе, трещиностойкости.

Успехи бетоноведения в конце XX в. обеспечили возможность получения высокопрочных и высококачественных бетонов с прочностью на сжатие 120 МПа и выше, необходимых при строительстве высотных зданий, платформ для нефтедобычи в морях и на океаническом шельфе, а также других уникальных сооружений. Однако при существенном повышении прочности бетонов на сжатие прочность высокопрочных бетонов на растяжение повышается незначительно, что снижает возможности и эффективность их применения. Кроме того, важными в настоящее время являются вопросы экономии энергии, необходимой для производства различных строительных материалов.

Известно, в частности, что количество энергии, требующейся для производства бетона, оказывается минимальным по сравнению с количеством энергии (приведенной к единому эквиваленту), необходимой для изготовления стали, алюминия, стекла, кирпича, пластмасс.

Производство бетонных материалов помимо этого требует меньшего по сравнению с производством стали расхода воды и в меньшей степени влияет на загрязнение окружающей среды. Армирование бетонов приводит к соответствующему повышению энергоемкости материала. Так как применение армированных сталью бетонов осуществляется в широких масштабах, становится существенной проблема максимального сокращения расхода металла и наиболее рационального его использования в бетоне. Поэтому дальнейшее совершенствование бетонных материалов должно предусматривать не только улучшение их механических характеристик, но и изыскание путей наиболее рационального использования металлической арматуры, а также создание новых эффективных армирующих материалов.

Применение композиционных материалов способно разрешить данные проблемы. Использование дисперсно-армированных цементных композиций

позволяет выпускать облегченные строительные конструкции с повышенной прочностью на изгиб и ударной вязкостью. Выбор волокна обуславливается тем, какими свойствами должна обладать композиция для удовлетворения заданным потребностям. Дисперсное армирование осуществляется волокнами (фибрами), равномерно рассредоточенными в объеме бетонной матрицы. Для этого используются различные виды металлических и неметаллических волокон минерального или органического происхождения [1, с. 132].

Как и в традиционно армированных структурах, упрочнение волокнами основывается на предположении, что материал бетонной матрицы передает волокнам приложенную нагрузку посредством касательных сил, действующих по поверхности раздела, и, если модуль волокна больше модуля матрицы, то основную долю приложенных напряжений воспринимают волокна, а общая прочность композиции пропорциональна их объемному содержанию.

Дисперсно-армированные бетоны являются одним из перспективных конструктивных материалов. Они представляют собой разновидность обширного класса композиционных материалов, которые в настоящее время все более широко применяются в различных отраслях промышленности.

Зарубежный опыт применения сталефибробетона в строительстве зданий и сооружений подтвердил эффективность его применения при возведении монолитных полов промышленных зданий, обделки тоннелей метро, взлетнопосадочных полос аэродромов, автомобильных дорог, резервуаров и бассейнов, банковских хранилищ, взрывозащитных фортификационных сооружений. В производстве сборных железобетонных изделий сталефибробетон находит применение при изготовлении напорных и безнапорных труб, различных изделий для возведения конструкций метро, элементов стеновых панелей и плит перекрытий, железнодорожных шпал, дорожных плит, бортовых элементов дорог, малых архитектурных форм и других эффективных изделий.

Область применения сталефибробетона достаточна обширна, но в сложившихся в последнее десятилетие экономических условиях, свое место он нашел преимущественно в промышленных полах, полах складских помещений, а также при изготовлении банковских хранилищ.

Не менее важной областью применения сталефибробетона является изготовление сборных конструкций. Сложности заключаются в необходимости не только переработки существующих рабочих чертежей определенных серий, но и в проведении зачастую дорогостоящих и трудоемких испытаний конструкций нагружением [2, с. 108–115].

Для изготовления фибры могут быть также использованы выработавшие технический ресурс или некондиционные, специально очищаемые, канаты с диаметром проволок от 0,2 мм до 1,0 мм. Фибра, фрезерованная из сляба стали марок Ст3 ПС, Ст3 СП и др. Эта фибра имеет прочность 600-900 Мпа, длину 25-32 мм, трапецевидное сечение шириной до 3 мм и толщиной 0,2-0,6 мм.

Фибра, резанная из тонкого холоднокатаного листа, в массовом порядке выпускается в г. Магнитогорске. Эта фибра имеет значительно более широкий

сортамент: толщину от 0,3 до 1,0 мм; ширину от 0,4 до 0,6 мм и длину от 30 до 40 мм. Прочность этой фибры – от 480 до 600 Мпа.

Убедительным подтверждением эффективности сталефибробетона в строительстве является зарубежный опыт его применения, широкий ассортимент стальной фибры и большое количество фирм, производящих фирму на постоянной основе.

Производством стальной фибры заняты более 20 зарубежных фирм и корпораций. Причем это, как правило, мощные производители обычной стержневой и проволочной арматуры или металлоизделий. Вторым компонентом в бетоне, определяющим его физико-технические свойства и долговечность, является заполнитель, и, в первую очередь – крупный заполнитель [2, с. 108–115].

В последние годы на практике очень часто имеют место случаи, когда в районе строительства отсутствуют качественные крупные заполнители. Транспортировка щебня из других регионов, часто на значительные расстояния, становится экономически неоправданной. В этом случае встает вопрос о целесообразности применения местных материалов, в том числе отходов горно-обогатительной промышленности, в качестве заполнителей бетонов. К числу таких материалов относится техногенный заполнитель, получаемый из отходов производства горноперерабатывающей промышленности Оренбургской области, который предполагается использовать в работе.

Таким образом, основной задачей становится разработка технологических параметров дисперсно армированного бетона с учетом особенностей минералогического состава, строения и свойств техногенных заполнителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Талантова К. В. Сталефибробетон с заданными свойствами и строительные конструкции на его основе: дис. ... д.т.н.: 05.01.23. - Ростов-на-Дону, 2013. - 287 с.
2. Ааруп, Д. CRC - Сферы применения высокоэффективного фибробетона / Д. Ааруп // CP1. - Международное бетонное производство. - 2007. - № 4. - С. 108–115.
3. afsformwork.com URL: <https://afsformwork.com.au/products/logicwall> (дата обращения: 02.05.2019).

УДК 69.035

Шаяхметов Н.Н. (24-МСС-1, ШҚТУ), Абдикерова У.Б. (PhD, Қорқыт Ата атындағы ҚУ), Елеманов Д.С. (аға оқытушы, ШҚТУ)

**ҰН ТАРТУ ӨНЕРКӘСІПТЕРІНДЕ ИННОВАЦИЯЛЫҚ,
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҢҒЫРТУ**

***Аңдатпа.** Ұн тарту өнеркәсібі Ауыл шаруашылығы өндірісін, қайта өңдеу өнеркәсібін, дайындаушы, сауда ұйымдарын қамтитын елдің астық өнімдері кешенінің құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады. Отандық ұн тарту өндірістерінің экспорттық әлеуетін дамытудың басымдығы қолайлы сыртқы нарықтық конъюнктурамен айқындалады, бұл қазақстандық ұнның бәсекеге қабілеттілігінің қажетті деңгейін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Инвестицияларды пайдалану жоғары сапалы ұн мен макарон өнімдерін өндірудің, сатудың өсуіне ықпал етеді.*

***Түйін сөздер:** ұн рыногы, азық-түлік, қуат, экспорт, өнімнің тамақтық құндылығы, технологиялық жабдық, жаңғырту.*

Қазақстанның ұн тарту нарығы маңызды әлеуметтік маңызы бар сала (құрылым) бола отырып, бір жағынан астық өндірісіне, екінші жағынан-нан – тоқаш, макарон және басқа да өнімдерді тұтынуға байланысты. Оның әлеуметтік маңыздылығы түбегейлі маңызды ерекшелігімен түсіндіріледі: жарма, нан және макарон өнімдері, демек, астық пен ұн дәстүрлі түрде маңызды жоғары энергиялы тағам ретінде қызмет етеді.

Ұн тарту өндірісі елдің астық өнімдері кешенінің құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады, оған ауыл шаруашылығы, қайта өңдеу өнеркәсібі, астық пен оның қайта өңдеу өнімдерін өндіруді, тасымалдауды, сақтауды, қайта өңдеуді және өткізуді қамтамасыз ететін дайындау, сауда және басқа да ұйымдар кіреді [1].

Нарықтық экономикаға көшу Қазақстанда ұн тарту өндірісі негізделген мемлекеттік реттеу қағидаттарының бұзылуына алып келді, бұл астық өндірісі артық аумақтарда шағын диірмендерді бақылаусыз іске қосуды бастады. Олардың енгізілуімен өнімнің сапасы нашарлады, өнеркәсіптік мельзаводтардың қуатын пайдалану коэффициенті екі есеге жуық төмендеді. Ұн экспортында әлемдік көшбасшы Қазақстан болып табылады. Ел ауылшаруашылық маусымдарында халықаралық нарыққа 1,5 миллион тоннадан астам ұн жеткізеді, бұл әлемдік көлемнің шамамен 17% құрайды, Ресей бесінші орында және жылына 450 мың тоннаға жуық ұн экспорттайды. Астық өндірудің қазіргі жағдайында экспорттық бағдарламаларды дамыту және ішкі тұтынудың шектелуіне байланысты ұн тарту қуаттылығының жүктелмеуі отандық өнеркәсіпті дамытуға ынталандыру болып табылады. Қазақстандық ұнды сатып алушылар арасында ең көп үлесті ТМД мемлекеттері алады.

Ұн тартатын отандық өндірістердің экспорттық әлеуетін дамытудың

басымдығы қолайлы сыртқы нарықтық конъюнктурамен айқындалады, бұл қазақстандық ұнның бәсекеге қабілеттілігінің қажетті деңгейін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Қазақстанда тікелей астықты өңдеуге инвестициялар қоры 10 млн. «Kazakhstan Growth Fund,» тікелей инвестициялар қоры 10 млн. астық өңдеумен айналысатын KazGrain, «TANDEM AGRO GROUP» компаниялар тобына инвестиция құяды. [2].

Естеріңізге сала кетейік, KazGrain компаниялар тобы Агроөнеркәсіптік кешенде үлкен өсу әлеуеті бар және экономика үшін стратегиялық маңызы бар жас дамушы бизнес болып табылады. Оның негізгі өндірістік активтері (элеваторлар, өндірістік корпустар, дайын өнім шығару желілері) Қазақстан аумағында да, Қырғызстанда да орналасқан.

Кәсіпорынның негізгі қызметі-бірінші қажеттіліктегі азық-түлік өнімдерін: "Әлия" және "Элине" сауда белгілерімен жоғары сапалы ұн мен макарон өнімдерін өндіру және сату, сондай-ақ қазақстандық бидайды сатып алу, сақтау және экспорттау. Қазіргі уақытта сату географиясы Қырғызстанды және Таяу және алыс шетелдердің нарықтарына стратегиялық шығу мүмкіндігі бар басқа да Орта Азия елдерін қамтиды.

Ал «TANDEM AGRO GROUP» компания тобына "Өскемен ұн тарту комбинаты" кіреді. Өскемен ұн тарту комбинатының тарихына қысқаша шолу жасайық.

Өскемен ұн тарту комбинаты 1960 жылы Ертістің шөлді жағалауында КОКП ОК қаулысына сәйкес өңірдің аграрлық секторының дәнді дақылдарды сақтау мен өңдеудегі барлық қажеттіліктерін қанағаттандыруға арналған қуатты астық өңдеу кешенінің құрылысы басталған кезде бастау алған үлкен тарихқа ие.

Сол кездегі ең заманауи және қуатты ұн тарту зауыты 1964 жылы іске қосылды. Жаңа кешеннің қуаттылығы астық сақтау бойынша 29 мың тоннаны, 1-ші, 2-ші сұрыпты ұн және қара бидай өндіру бойынша тәулігіне 300 тоннаны, құрама жем өндіру бойынша жылына 120 мың тоннаны құрады.

КСРО-ның құлдырауы мен қайта құрылуы Шығыс Қазақстанның аграрлық секторының ең қуатты қайта өңдеу кәсіпорнын оның қызметінің толық құлдырауына және салдануына әкелді. Алайда, қиындықтар мен күш-жігерге қарамастан, 1999 жылы "УК Нан өнімдері" АҚ базасында "Өскемен ұн тарту комбинаты" ЖШС құрылды. Дәл осы сәттен бастап кәсіпорын екінші өмірін бастады. Жаңа команда кешеннің жұмысын сақтап, қиын кезеңдерге төтеп беріп, одан әрі дамудың негізін қалады. Бұл ретте кәсіпорынның ұйымшыл және кәсіби ұжымы маңызды рөл атқарды. "Өскемен ұн тарту комбинаты" ЖШС "TANDEM AGRO Group" компаниялар тобының құрамына кіреді.

Өскемен ұн тарту комбинатының элеваторы астықтың әртүрлі түрлерін қабылдап, өңдей алады. Бір мезгілде сақтау сыйымдылығы 65 000 тонна.

Элеватордың заманауи жабдықтары жетекші еуропалық өндірушілердің заманауи жабдықтарымен жабдықталған, техникалық база үнемі жаңартылған, бұл жоғары өнімділік пен астықты өңдеу сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Сапаны бақылау Біздің жердегі жеке зертханамыз бүкіл технологиялық процесте тұқым мен тауарлық астықтың сапасын бақылауға мүмкіндік береді.

Тиімді логистика Біздің жеке теміржол тұйығы астық пен басқа да ауылшаруашылық өнімдерін тасымалдауға ыңғайлы қолжетімділікті қамтамасыз етеді.

Қуаттылығы сағатына 10 тоннаға дейін жететін PETKUS заманауи тұқым зауытының болуы дайын тұқым материалын жоғары сапалы дайындауға және буып-түюге мүмкіндік береді.

KGF қорының инвестициялары компаниялар тобының қызметін одан әрі кеңейтуге, шетелден озық технологияларды тартуға, элеваторлардың технологиялық жабдықтарын жаңғыртуға, Орта Азия елдерінің нарықтарында көшбасшылық жағдайға қол жеткізуге бағытталатын болады.

Қордың инвестициялары есебінен қолда бар элеваторлардан астық сатып алу, қолданыстағы өндірісті одан әрі жаңғырту, сондай-ақ шығарылатын өнім ассортиментін кеңейту жүзеге асырылады: ұлттық кеспе, кондитерлік өнімдер және құрама жем, бұл компанияларға астықты неғұрлым толық өңдеуге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Бұдан басқа, дайын өніммен Қазақстан мен алыс шет елдердің (Қытай, БАӘ, Моңғолия, Ауғанстан және т.б.) нарықтарына шығу көзделіп отыр.

Дүниежүзілік ұн нарығы шектеулі және 12 миллион тоннадан аспайтынына қарамастан, Қазақстан ондағы төменгі орынды алады, ол 1-1,5 миллион тоннаға бағаланады. Бұл көрсеткіштерге қол жеткізу үшін ауыл шаруашылығы өнімдерін сыртқы нарыққа шығару және экспорттық инфрақұрылымды дамыту бойынша мемлекеттік органдардың белсенді жұмысын қоса алғанда, нақты және дәйекті мемлекеттік қолдау қажет.

Күшті қаржылық, әкімшілік және техникалық кедергілер жағдайында қазақстандық жеткізушілердің агрессивті мемлекеттік қолдаусыз әлемдік азық-түлік нарығына шығуы және өз орнын алуы іс жүзінде мүмкін емес. Сондықтан мемлекеттің барлық әкімшілік ресурсын пайдалану қажет, қазақстандық компаниялардың өткізу нарықтарына шығу мәселелерін қолдау, отандық ауылшаруашылық өнімдерін сыртқы нарыққа шығаруға белсенді қолдау көрсету, отандық өндірушілер үшін дамыған елдерде сертификаттау үшін жағдай жасау, қазақстандық сапа сертификаттарын шетелдік сатып алушылардың тануына қол жеткізу, импорттаушы елдерге преференциялық кредиттер құру және қаржыландыру қажет өнімдер және т.б.

Сонымен қатар, Қазақстанның ұнды сарапшы елдер қатарына қосылудағы қиындықтары тек әкімшілік кедергілермен ғана емес, сонымен қатар отандық өнімнің сапасының төмендігімен де байланысты. Ұнның тұтынушылық қасиеттері 90% ол өндірілетін астықтың сапасына байланысты екені атап өтілді. Табиғи апаттар, өсімдік өсіру технологиясының сақталмауы, мемлекеттік бақылаудың жоқтығы және басқа да факторлар астық және астық өнімдерінің сапасының төмендеуіне әкелді [3].

Зерттеулер көрсеткендей, отандық диірменшілер мен наубайшылар ғалымдармен бірге диірмендер мен наубайханаларда ұнның сапасын реттеудің

эртүрлі әдістерін, соның ішінде құрғақ жел ұнынан алынған ұнды пайдаланудың инновациялық әдістерін, құрғақ бидайдың глютенін, ақуыз-ферментті компоненттерді, пісіруді жақсартатын заттарды, тотықтырғыштарды қосу арқылы оның қасиеттерін жақсартуды, сондай-ақ нарықтағы өнімділікті төмендететінін және т.б. бар шетелдік тәжірибені, атап айтқанда еуропалық тәжірибені ескеру қажет.

Қазіргі уақытта Еуропалық ұн тартушылардың қауымдастығы (EFM) аймақтық және халықаралық деңгейде еуропалық ұн тарту өнеркәсібінің мүдделерін білдіретін үкіметаралық бірлестік болып табылады. Оған Еуропаның 25 елінің диірменшілерінің ұлттық бірлестіктері кіреді: Австрия, Бельгия, Болгария, Ұлыбритания, Венгрия, Германия, Дания, Испания, Италия, Кипр, Латвия, Литва, Люксембург, Нидерланды, Польша, Португалия, Румыния, Словения, Түркия, Финляндия, Швеция, Швеция, Швеция [4].

EFM бірыңғай ауылшаруашылық саясаты және өсімдік саясаты жөніндегі консультативтік комитеттер сияқты Еуропалық Комиссияның консультативтік комитеттерінің мүшесі және өңдеу өнеркәсібінің мүдделерін білдіретін және Азық-түлік өнімдерін кодификациялау жөніндегі комиссияда бақылаушы мәртебесіне ие бастапқы азық-түлік өнімдерін өңдеу қауымдастығының мүшесі болып табылады.

(Кодекс Алиментариус Комиссиясы – ФАО-ВОЗ). EFM негізгі мақсаттары - азық-түлік қауіпсіздігі, сапалы азық-түлік жеткізу және тұтынушылардың денсаулығын қорғау үшін жауапкершілігін арттыра отырып, еуропалық ұн тарту секторының бәсекеге қабілеттілігі мен инновациясын қамтамасыз ету; еуропалық ұнның үздіксіз өндірісін жақсарту және нығайту; ғылыми зерттеулерді ынталандыру, лобби жасау, өнімнің сапасын бақылау және қауымдастық мүшелері арасында үздік өндірістік тәжірибені тарату арқылы қолдау көрсету.

Бәсекелестік күшейіп келе жатқан нарықта диірменшілер ұнның инновациялық және жоғары функционалдық сорттарын үздіксіз дамытады. Шикізатты дұрыс таңдау және өндеудің озық әдістерін үйлестіру, қажетті өңдеу параметрлерін сақтау көбінесе крахмал немесе химиялық түрлендірілген түрлерді алмастыратын тамақ өнімдерінің кең ассортименти үшін сәйкес функционалдық қасиеттері бар ұн өндіруге мүмкіндік береді.

Отандық ғалымдар да ғылыми зерттеулер жүргізіп, өндірілетін өнімнің ассортиментін кеңейту, сапасын, тағамдық құндылығын және қауіпсіздігін арттыру мақсатында ұн тартатын және наубайханалары өз нәтижелерін сынақтан өткізеді [5]. Бұл жағдайда өсімдік тектес ақуыздың дәстүрлі емес көздері жиі пайдаланылады, сондай-ақ дәнді дақылдар өндірісінің қайталама шикізаты және функционалдық қоспалар.

Бұл жағдайда ауыл шаруашылығы мен экономиканың қайта өңдеу секторларының сабақтас секторлары арасында байланысты байқауға болады, бұл олардың бір-бірінен ажырамастығын көрсетеді, ал бір саладағы өнім сапасының жоғарылауы басқа салада міндетті түрде сапа көрсеткіштерінің жақсаруына әкеледі [6]. Осыған орай, нарықтық қатынастар жағдайында ауыл

шаруашылығы кәсіпорындарының жұмыс істеуі үшін қолайлы климат жасау, жеңілдікті несиелендіру және жеткілікті мемлекеттік субсидиялар алу арқылы жоғары сапалы өнім өндіруді ынталандыру жүйесін дамыту мемлекеттік басым міндеттердің бірі болуы тиіс. Өскемен ұн тарту комбинатындағы қайта құру, жаңғырту. Жаңғырту комбинаттың технологиялық дамуына көп үлес қосты.

Қайта құру себептерінің бірі кәсіпорынның ел нарығын отандық жоғары сапалы өніммен қанықтыруға деген ұмтылысы болды. 2009 жылдан бастап диірмен кешеніне екі қайта құру жүргізілді:

Бірінші қайта құру. Бірінші қайта құру шамалы болды және өндіріске қатты әсер етпеді.

Екінші қайта құру. Екіншісі диірменнің өнімділігін арттыру және өндірілетін өнімнің сапасын жақсарту үшін ұнтақтау бөлімін айтарлықтай жаңартуға мүмкіндік берді. Қайта құрудан кейін өндірілген ұнның ақтығы бойынша көрсеткіштер едәуір артып, 55 бірлікті құрайтындығын ерекше атап өткен жөн.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Производство в аграрной экономике: вопросы теории, государственного регулирования и эффективности производства /Под науч. ред. академика РАСХН И.Г. Ушачева. – Тула: Гриф и К, 2009. – 324 с.
2. Сайт фонда «Kazakhstan Growth Fund».
3. Сайт Усть-Каменогорского мукомольного комбината.
4. Кундиус В.А. Эффективность функционирования сельскохозяйственных организаций в условиях активизации инновационных процессов / В. А. Кундиус, Д. А. Дворянкин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. – No 3. – С.72-77.
5. Обзор рынка зерновых и масличных культур. Анализ Международного совета по зерну от 17.01.13г. // Хлебопродукты. –2013. – No 2.
6. Нуралиев С.У. Продовольственный рынок и механизм его регулирования / С. У. Нуралиев // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. – No 5.
7. Закшевская Е.В. Управление аграрным производством: теория, методология, практика: монография / Е.В. Закшевская. – Воронеж: Истоки, 2011. – 255 с.

УДК 72.036

Шелухина А.П. (21-ДА-1, ВКТУ), Буханцева А.Е. (преподаватель, ВКТУ)

СИМВОЛИКА ОБРАЗОВ: СТИЛЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ФОРМИРОВАНИЯ МЕБЕЛИ XIX- XX ВЕКА

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются вопросы формообразования мебели, на примере стула, как места для сидения, эволюция его стилистики и символики образов от новейшего времени до современности. На основе изучения специальной литературы, анализа стилистических направлений заявленного периода были выявлены особенности эволюции мебели. Особое внимание уделяется изменениям к требованиям комфорта и эргономическим показателям, изменению взглядов на функциональность. В статье рассматриваются современные эксперименты в области процессов формообразования мебели, использование нестандартных материалов и экологических подходов к созданию предметной среды.*

***Ключевые слова:** стиль, стул, модерн, конструктивизм, функционализм, дизайн.*

Культура и искусство 19-го века представлена разнообразными течениями, большими архитектурными стилями, разнообразными художественными тенденциями. Девятнадцатый век - это век стали и стекла, промышленных грандиозных объектов и изящных кустарных изделий. Это время формирования образцов мебели, впервые созданных на основе анализа социальных потребностей. Мебель изучаемого периода спроектирована с использованием передовых и инновационных подходов и технологий. Михаэль Тонет - выдающаяся личность в области проектирования мебели 19-го века, на основе социального анализа создал стул без тяжеловесности, маломобильности и чрезмерной строгости. Новой идеологией конструирования мебели стали красота функциональности и тектоничности, удобство и комфорт.

Приемы формообразования мебели Тонета базируются на принципах удобства, простоты, прочности, функциональности. Языком формообразования мебели Тонета были: легкость, компактность, гигиеничность, простота ухода, складированность, трансформируемость и взаимозаменяемость. Мебель мастера, изготовленная вне основных стилевых течений и веяний моды, осталась современной до настоящего времени. [1]. Тайна долговечности мебели Тонета — это способность быть частью ансамблей и интерьеров любых стилевых периодов. Михаэль Тонет сумел увидеть в стуле нечто большее, чем место для сидения, стул стал средством организации общения, воспитания комфортной позы и жеста, создание более демократичных норм поведения. [2].

В конце 19-го века жизнь стремительно менялась, увеличивались темпы производства, возрос интерес к естественным наукам, истории, медиевистике. Это привело к возникновению нового стиля, который охватил все сферы жизнедеятельности человека. Стиль Модерн возник как противопоставление стилевому хаосу и эклектики предшествующих годов. В основе стиля модерн лежит стремление привести существующую эстетическую систему в соответствие с новыми реалиями жизни, стремление возродить новый большой

стиль. Этот новый стиль возник в условиях смешанного производства (ремесленного и фабричного) и противоборства сторонников рукотворного и промышленного производства предметного мира, став переходным этапом от стилевого хаоса XIX в. к рационализму индустриальной эпохи XX в. [1].

Главной тенденцией формообразования мебели являлось преобразование композиционных форм в растительные и природные мотивы с применением элементов исторических и национальных стилей. Стилистической особенностью ар нуво стал отказ от прямых линий и углов в пользу более естественного плавного движения изогнутых линий. [3]. Приемы формообразования мебели в стиле Модерн включали в себя трансформацию геометрических форм, применение изящных изогнутых линий, что выделилось в линейное направление Модерна (Ван де Вельде и Гектор Гимар) (см.рис.1). Кроме того, сформировалось отдельное геометрическое направление стиля. (Чальз Макинтош).



Рисунок 1 – Примеры стульев Гектора Гимара и Ван де Вельде

В связи с появлением в начале 20го века новых технологий и механизмов (телеграф, телефон, электрическое освещение, фотография и кинематограф) изменились потребности и образ жизни людей. Эти изменения повлияли на формообразование предметно-пространственной среды. Кроме потребностей социального характера на появление нового дизайна предметной среды повлияли технологические, строительные и функциональные тенденции наступающей стилистической эпохи. Мебель проектируется и производится многофункциональная, комбинированная и способная трансформироваться.

В 20-м веке развивались модернистские направления: конструктивизм, функционализм и т.д. Результаты промышленной революции прошедших веков, привели к выделению отдельной сферы проектировании промышленной

продукции и мебели, в специфическую и самостоятельную область деятельности. Тщательно изучались социологические и экономические аспекты проектирования, особенности зрительного восприятия внешней формы объекта, запросы массового потребителя, проблемы процесса фабричного производства и т.д.

В 20-х годах 20-го века представители функционализма провозглашали: «вещи, создаваемые современными художниками, должны быть чистыми конструкциями без балласта изобразительности». С формальной композиционно-пластической точки зрения функционализм привел к абсолютизации прямого угла и плоскости и сведению формообразования к комбинациям элементарных геометрических форм: куба, параллелепипеда, шара(сферы) и цилиндра. [1]. Таким образом, приемы формообразования мебели в стиле функционализм выявились в создании чистых рафинированных геометрических форм с акцентированием на материале без декоративных элементов.

В конце 20-го века, вопреки консервативным взглядам прошлых лет, в первые ряды выходят голландские дизайнеры с невероятно головокружительными идеями. Многие из них решают сделать из стула арт-объект. Например, Мартен Баас, являясь прогрессивным специалистом индустрии дизайна, при возникновении образа, приступает к работе: скручивает, сгибает, ломает и жжет. Несмотря на инновационные способы генерации идей, дизайнер занимается ручным производством, как мастера прошлых веков, что и помогает ему создавать свои уникальные проекты. Так родилась коллекция стульев Clay, полностью сделанная из глины руками Мартена Бааса, в которой нет повторяющихся объектов.

Первым ярким примером творческой деятельности дизайнера была коллекция Smoke: дизайнер поджег винтажные предметы мебели, выполненные в стиле барокко, а затем покрыл обугленную древесину эпоксидной смолой, что позволило использовать мебель по назначению. С одной стороны, Баас трактовал красоту как изменчивую и неуловимую категорию, подобную стихии огня, с другой стороны, он отразил потребность людей сохранять предметы такими, какими они были раньше. [5].

Нидерландцы очень трепетно относятся к экологии и придумывают различные экономные способы реализации идей. Нидерландский дизайн, кратко-это сочетание простоты, экспериментов с разными материалами и доли юмора. Голландцы производят мебель в собственных цехах из вторсырья – своеобразный фирменный стиль местных дизайнеров. Принципами создания предметов мебели являются использование инновационных технологий, максимальная экологичность производства и повторная переработка материалов. [6].

Голландские дизайнеры мастерски применяют необычные материалы. Их продукты отличаются простотой, оригинальностью и юмором. Соотечественники с энтузиазмом воспринимают их творения и готовы платить большие деньги за табуреты и столы из старых досок. Примером такого

эксцентричного искусства может послужить тряпичное кресло, выполненное из старых одеял от Тейо Реми для нидерландского дизайнерского агентства Droog.

Подводя итоги, можно отметить, что на протяжении двух столетий в развитии дизайна мебели прослеживается определенная закономерность: любой художник, дизайнер, мебельщик стремится создать комфорт и удобство для потребителя. Дизайнеры последнего столетия предлагают новые конструкции, экспериментируют с материалами, учитывая социальные и эстетические изменения, адаптируя мебель к тенденциям времени. В исследуемых стилях и рассматриваемых временных периодах создавались благоприятные условия для творчества и поиска новых образов, что способствовало расширению креативных границ традиционного мебельного искусства. Каждый дизайнер в истории мебельного искусства воплощал свои уникальные идеи, часто подвергаемые критике. Несмотря на это, они продолжали создавать новые творческие критерии проектирования предметной среды и современные принципы дизайна. В результате их творческой деятельности сформировалась целая плеяда адептов продвигающих инновационные идеи в настоящий период времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грашин А.А., Краткий курс стилевой эволюции мебели. – Москва/Издательство «Архитектура-С», 2007
2. Михайлов С.М., История дизайна. Том 1: Учеб. для вузов. – Москва: «Союз Дизайнеров России», 2002
3. Ирииа Эрн, Статья, Ле Корбюзье и искусство интерьера. – Журнал «Электронекрасовка», Библиотека им. Н. А. Некрасова. (электронный ресурс, дата обращения: 04.03.2025)
4. Борунова А.А., Научно-образовательный портал «Большая российская энциклопедия», Каталог «Мастера декоративно-прикладного искусства», Баас Мартен, 2023. (электронный ресурс, дата обращения 04.03.2025)
5. Dzen.ru, Голландские дизайнеры творят или Dutch Design, 2019. (электронный ресурс, дата обращения: 09.02.2025)

УДК 620.9

Божаев Т.Б (24-МСС-1, ВКТУ), Кропачев П.А (доцент ВКТУ)

ОСНОВНЫЕ МЕТОДИКИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ЭТАПЕ ИЗЫСКАНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПРЕДЛОЖЕННЫЕ ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

Аннотация. *Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) находят широкое применение в строительной отрасли, особенно на этапах инженерных изысканий и проектирования промышленных объектов. Использование ИИ позволяет автоматизировать анализ геологических данных, выявлять потенциальные риски, оптимизировать проектные решения и снижать вероятность ошибок. В статье рассматриваются основные методики научно-технического сопровождения с применением ИИ, включая машинное обучение, BIM-технологии, генеративный дизайн, геоинформационные системы и прогнозирование надежности конструкций. Применение этих методик способствует повышению эффективности и точности проектных решений, сокращению затрат и снижению вероятности ошибок в строительстве [1, с. 15][2, с. 3][4, с. 4].*

Ключевые слова: *искусственный интеллект, инженерные изыскания, проектирование, BIM, генеративный дизайн, машинное обучение, строительство.*

Введение

Научно-техническое сопровождение строительства промышленных объектов охватывает комплекс мероприятий по сбору, анализу и обработке данных, необходимых для принятия проектных решений. Современные промышленные объекты имеют сложные конструктивные решения, требуют высокой точности инженерных расчетов и строгого соблюдения строительных норм. В этом контексте внедрение искусственного интеллекта (ИИ) играет ключевую роль, позволяя минимизировать человеческие ошибки, автоматизировать сложные расчеты и оптимизировать проектные решения.

ИИ способен анализировать большие объемы данных, выявлять закономерности и предлагать наиболее эффективные варианты проектирования. Его использование на этапе инженерных изысканий позволяет прогнозировать поведение грунтов, выявлять потенциальные риски и разрабатывать более надежные и устойчивые проектные решения. В проектировании ИИ помогает автоматизировать процесс создания чертежей, рассчитывать нагрузки и находить оптимальные конструктивные схемы [2, с. 3].

Целью данной статьи является анализ ключевых методик научно-технического сопровождения строительства с применением ИИ и их влияние на повышение эффективности проектирования промышленных объектов.

Искусственный интеллект в инженерных изысканиях

Геоинформационный анализ и обработка данных

Современные методы геоинформационного анализа с использованием ИИ

позволяют значительно повысить точность оценки строительных площадок. Нейросетевые алгоритмы анализируют спутниковые снимки, данные с дронов и результаты лазерного сканирования для формирования трёхмерных моделей рельефа и выявления потенциальных геологических рисков [3, с. 8].

ИИ позволяет: автоматически обрабатывать данные с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), классифицировать типы грунтов, оценивать гидрогеологические характеристики участка, прогнозировать изменения ландшафта в долгосрочной перспективе [4, с. 4].

Прогнозирование геологических рисков

ИИ обучается на исторических данных о геологических процессах и способен прогнозировать риски, связанные с возможными деформациями грунта, сейсмической активностью и другими факторами. Например, алгоритмы машинного обучения анализируют состав и механические свойства грунтов, что помогает определить оптимальный тип фундамента для объекта [4, с. 12].

В строительстве тоннелей и подземных сооружений прогнозирование геологических рисков играет решающую роль. Например, в крупных инфраструктурных проектах, таких как Crossrail в Лондоне, используются технологии машинного обучения для анализа разрезов грунта и предсказания потенциальных обрушений [5, с. 7].

Оптимизация маршрутов инженерных коммуникаций

На основе данных о рельефе, грунтах и существующих инфраструктурных объектах ИИ предлагает оптимальные маршруты прокладки инженерных сетей (трубопроводов, линий электропередач, дорог). Это позволяет минимизировать затраты на земляные работы и снизить вероятность пересечения с другими коммуникациями [5, с. 7].

Искусственный интеллект в проектировании

Генеративный дизайн

Генеративный дизайн – это инновационный подход, при котором ИИ создает сотни или тысячи вариантов проектных решений на основе заданных параметров, таких как нагрузки, материалы, стоимость и технологические ограничения [6, с. 4].

Например, при проектировании каркасов промышленных зданий генеративный дизайн позволяет значительно уменьшить массу конструкций, сохраняя при этом их прочность и надежность. В компаниях, таких как Autodesk, активно развиваются алгоритмы, способные предлагать более эффективные и экономичные конструкции по сравнению с традиционными методами проектирования [7, с. 535].

ВІМ-моделирование с элементами ИИ

Технологии информационного моделирования зданий (ВІМ) широко используются в строительстве и проектировании. Внедрение ИИ в ВІМ позволяет: автоматизировать поиск ошибок в проектной документации, анализировать модели на предмет возможных коллизий, прогнозировать эксплуатационные характеристики объектов [8, с. 6].

ИИ в BIM-системах помогает выявлять недостатки на ранних стадиях проектирования, что снижает вероятность дорогостоящих исправлений на этапе строительства. Например, платформа Autodesk Revit уже использует алгоритмы ИИ для автоматического анализа проектных данных [7, с. 535].

ИИ анализирует данные о поведении строительных материалов под различными нагрузками и прогнозирует возможные дефекты (усталостное разрушение, коррозию, деформации). Это позволяет заранее предусмотреть меры по продлению срока службы конструкций и повысить их безопасность.

Оптимизация энергопотребления и экологическая устойчивость

ИИ помогает рассчитывать схемы естественного освещения, вентиляции и отопления, минимизируя потребление энергии и снижая углеродный след объекта [6, с. 4]. Например, алгоритмы прогнозирования могут оценивать тепловые потери здания и предлагать варианты их сокращения [8, с. 12].

Автоматизация контроля проектных решений

ИИ также применяется для проверки проектных документов на соответствие нормативным требованиям. Современные системы анализа проектных документов способны автоматически выявлять несоответствия строительным нормам и стандартам, что снижает вероятность ошибок и ускоряет процесс согласования проектов [4, с. 12].

Автоматизированные системы контроля проверяют: корректность расчетов нагрузок, соответствие строительным нормативам, наличие потенциальных конструктивных конфликтов.

Это значительно сокращает время на внесение исправлений и повышает качество проектных решений [8, с. 12].

Развитие технологий ИИ в строительстве: перспективы и вызовы

Развитие технологий искусственного интеллекта в строительной отрасли открывает новые горизонты для повышения качества и эффективности проектных решений. С каждым годом алгоритмы ИИ становятся все более совершенными, а их внедрение позволяет решить задачи, которые ранее казались невозможными в контексте строительных проектов [5, с. 7].

Одним из главных преимуществ ИИ в строительстве является его способность обрабатывать и анализировать данные, поступающие из различных источников, включая сенсоры, геоинформационные системы, спутниковые снимки и др. Это позволяет не только улучшать точность инженерных расчетов, но и значительно ускорить процессы проектирования и строительства. Однако, с учетом таких изменений возникает необходимость в создании новых стандартов и нормативных документов, которые бы регламентировали использование ИИ в строительных проектах [2, с. 3].

Использование ИИ для оптимизации процесса строительства

Еще одним важным аспектом применения искусственного интеллекта в строительстве является его роль в оптимизации самого процесса строительства. ИИ позволяет в реальном времени отслеживать выполнение строительных работ, выявлять отклонения от проектных решений и предлагать способы их исправления. Использование технологий машинного обучения и анализа

больших данных позволяет не только повысить точность расчетов, но и предсказать потенциальные проблемы, связанные с задержками, стоимостью или качеством материалов [6, с. 4].

Примером успешного применения ИИ на строительных площадках является использование систем, которые автоматически следят за ходом выполнения строительных работ, учитывая все внешние факторы, такие как погодные условия или доступность ресурсов. Эти системы могут мгновенно реагировать на любые изменения в процессе и предлагать решения для устранения потенциальных проблем [8, с. 12].

Автоматизация работы с проектной документацией

Одной из главных трудностей, с которой сталкиваются проектировщики, является сложность в поддержании актуальности проектной документации, особенно в больших и многокомпонентных проектах. ИИ может помочь в автоматизации этого процесса, используя алгоритмы для синхронизации всех изменений и обнаружения несоответствий между различными частями проекта. Например, системы ИИ могут автоматически генерировать отчеты о внесенных изменениях и подсвечивать важные области для проверки проектировщиками. Это позволяет значительно ускорить процесс согласования проектных решений и снизить вероятность ошибок [7, с. 535].

Проблемы и вызовы внедрения ИИ в строительство

Несмотря на очевидные преимущества применения искусственного интеллекта в строительной отрасли, существуют и определенные вызовы. Одним из них является необходимость обучения специалистов для работы с новыми технологиями. Для эффективного применения ИИ в строительстве требуются инженеры и проектировщики, обладающие не только традиционными знаниями в области строительства, но и навыками работы с новыми информационными технологиями и алгоритмами машинного обучения.

Кроме того, внедрение ИИ требует значительных инвестиций в инфраструктуру и программное обеспечение, а также изменения подхода к управлению проектами. Для малого и среднего бизнеса такие изменения могут быть экономически неприемлемыми, что может замедлить процесс адаптации ИИ в данной сфере.

Заключение

Применение ИИ в проектировании и строительстве промышленных объектов значительно повышает точность расчетов, минимизирует риски и сокращает затраты. Технологии, такие как генеративный дизайн, BIM-моделирование и прогнозирование геологических рисков, обеспечивают более точное проектирование и эффективное решение потенциальных проблем. Внедрение ИИ ускоряет разработку проектных решений, минимизирует ошибки и создает оптимальные решения с учетом множества факторов, включая экологические и экономические условия. Эти технологии также способствуют повышению безопасности строительства, улучшению устойчивости объектов и повышению энергоэффективности.

ИИ открывает новые возможности для создания умных городов и устойчивых

инфраструктур, где технологии взаимодействуют для создания более комфортной и безопасной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Autodesk. (2020). *Generative design in architecture and engineering*. Retrieved from <https://www.autodesk.com/solutions/generative-design> (доступ 20 марта 2025).
2. Zhou, H., & Luo, Y. (2021). *Artificial Intelligence in construction: New insights from the application of machine learning and big data*. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(3), 04021015. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001983.
3. KPMG. (2021). *Artificial Intelligence in Construction: Accelerating the transformation of the construction industry*. Retrieved from <https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2021/09/artificial-intelligence-in-construction.html> (доступ 20 марта 2025).
4. Lee, J., & Lee, C. (2020). *Machine learning and artificial intelligence in construction project management*. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 34(6), 04020056. doi: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000871.
5. Chen, K., & Xie, H. (2021). *AI-driven predictive analytics for construction safety management*. *Automation in Construction*, 122, 103410. doi: 10.1016/j.autcon.2020.103410.
6. Zhang, Y., & Wang, J. (2020). *Geotechnical risk prediction using machine learning models in construction projects*. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 146(9), 04020108. doi: 10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0002261.
7. Huang, Z., & Guo, Y. (2020). *Artificial intelligence in the construction industry: Applications, challenges, and future perspectives*. *Construction Innovation*, 20(4), 529-552. doi: 10.1108/CI-02-2019-0023.
8. RICS. (2020). *The impact of artificial intelligence on construction and engineering industries*. Retrieved from <https://www.rics.org/> (доступ 20 марта 2025)

СОДЕРЖАНИЕ

**СЕКЦИЯ «НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭНЕРГЕТИКЕ»**

Адилбекова К.А., Пономарева А.А., Дуйсембаева Г.С., Нургалиева А.Т. ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА КАЗАХСТАНА: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ	3
Асылжанова А.Б., Қаблбек Н.С., Байдилдина А.Т. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЖИГАНИЯ ВОДОУГОЛЬНЫХ СУСПЕНЗИЙ В ГОРЕЛКАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ	8
Баймуратов М.Б., Прохоренкова Н.В. ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ТОО "КАЗЦИНК-ЭНЕРГО"	13
Бекмұхамбетов Е., Дуйсембаева Г.С. ҚАЗАҚСТАНДА БУГАЗ ТУРБИНАСЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУДЫҢ ЖАҢА ӘДІСТЕРІ	18
Бектемиров А.М., Прохоренкова Н.В. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В СИСТЕМАХ ОСВЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	22
Бурдукова Н.В., Ердыбаева Н.К. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ 110/220/500кВ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ КАЗАХСТАНА	29
Голубев М.А., Пятков С.В. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КЛИМАТ-КОНТРОЛЯ ЖИЛОГО ДОМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ И ВЕТРОУЛОВИТЕЛЕЙ	34
Ғазизов Ә.Р., Прохоренкова Н.В. СТАТИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО В БЫТУ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ: СОПОСТАВЛЕНИЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ	37
Данилов А.А., Акаев А.М. ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В НАСОСНЫХ УСТАНОВКАХ	42
Дуйсембаева Г.С., Байдильдина А.Т., Бутаков Е.Б. КӨМІРҚЫШҚЫЛ ГАЗЫНЫҢ ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫН АЗАЙТУ САЛАСЫНДАҒЫ ӘЛЕМДІК ҮРДІСТЕРДІ ТАЛДАУ	47
Жампеисова А.А., Байдилдина А.Т. КҮН ПАНЕЛІН БАҚЫЛАУДЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, АВТОНОМДЫ ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ	52
Заманбеков К.З., Акаев А.М. ЭНЕРГИЯ ВЕТРА НА ГОРИЗОНТЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ	57

Иванов В.В., Байдилдина А.Т. ВЫНЕСЕННЫЕ СИСТЕМЫ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОТ ОКСИДОВ СЕРЫ И АЗОТА	62
Капарова А., Кунапьянова А.А. SMART GRID ЖҮЙЕСІНДЕ БЛОКЧЕЙНДІ ҚОЛДАНУ	67
Капасов А.К., Прохоренкова Н.В. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЙОННЫХ КОТЕЛЬНЫХ: ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ	72
Каримов Е.К., Байдилдина А.Т. КРИТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г.УСТЬ-КАМЕНОГОРСК: СОСТОЯНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ НА БАЗЕ ТОО «УК ТЭЦ»	77
Мадиева А.Б., Ердыбаева Н.К. ОПТИМИЗАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ КАК СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ: МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ	82
Масанова А.Н., Прохоренкова Н.В. ЭЛЕКТРОСЧЕТЧИКИ И ИХ РАБОТА В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ	87
Насигазина Ж.М., Прохоренкова Н.В. РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СЕТЯХ	92
Нургалиева А.Т., Бутаков Е.Б., Байдилдина А.Т., Алияров Б.К. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛЯ, ОПИЛОК И КОМПОЗИТНОГО ТОПЛИВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТОДА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И АКТИВАЦИИ ТОПЛИВА	97
Нұрмұхамбетов С.Е., Акаев А.М. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ВЕТРОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	102
Нұрмұхамет Б.Е., Акаев А.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИИ ВРАЩАЮЩИХСЯ МЕХАНИЗМОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ	107
Омерзак Б.Е., Байдилдина А.Т. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГО-ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК	112
Самат Ғ.А., Кунапьянова А.А. ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСЫНДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТІНІ ҚОЛДАНУ САЛАЛАРЫН ТАЛДАУ	117
Слэмғалиева А.Р., Прохоренкова Н.В. СЕҢІМДІЛІК САНАТЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДА ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАРДЫ ТАЛДАУ	122
Тинибаев А. Б., Кунапьянова А.А. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ МИКРОГЕНЕРАЦИЯЛАРЫ	127

СЕКЦИЯ «ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ И АРХИТЕКТУРЕ»

Ажикенова Т.Д., Махиев Б.Е. ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЯ С САМОНЕСУЩИМИ КИРПИЧНЫМИ СТЕНАМИ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ	132
Айтбаев Д.У., Тулебекова А.С., Елеманов Д.С., Алимгазин Б.Т. ЖОЛ ҚҰРЫЛЫСЫ ҮШІН ӘКПЕН НЫҒАЙТЫЛҒАН ТОПЫРАҚ ҚҰРАМЫН ТАҢДАУ ӘДІСТЕРІ	137
Акаев Г.А. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ АНГАРНОГО ТИПА ПОСЛЕ ОГНЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	143
Акпатаева С.М., Рахимов Е.А., Елеманов Д.С. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ЗДАНИЯ ОБЩЕЖИТИЯ	148
Алимбаева А.К., Колесникова А.В., Руденко О.В. УТИЛИЗАЦИЯ СТЕКЛОБОЯ В ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	153
Андрянова М.А. ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЯ ШКОЛЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ	158
Ахметбеков С.Б. РОЛЬ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	162
Аяганов Р.М. ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЯ КРОВЛИ ИЗ ПРОФИЛИРОВАННОГО НАСТИЛА ПРИ ВИХРЕВОМ ШКВАЛЕ	167
Әбен А., Кропачев П.А. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ И ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ НАДЕЖНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	172
Бабичев А.А. ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЕВРОКОДОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СТРАНАХ СНГ	177
Байжуменов М.Н., Рахимов М.А. АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	182
Баирбеков Р.М. ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА	187
Божаев К.Б., Хуснутдинов Д.А., Руденко О.В. ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	192
Боранбаев А.С., Мамырбекова Г.К. ГИДРОМЕТРИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРДІ АНЫҚТАУДА ПРОФИЛОГРАФТЫ ҚОЛДАНУ (ЕРТІС ӨЗЕНІ МЫСАЛЫНДА)	195
Даулеткаирова Н.Д. АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И РАЗРУШЕНИЙ ОПОР ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ	199
Дубровин А.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК НА УСТАЛОСТЬ	204

Еркінқызы М., Феоктистова Е.А. СОВРЕМЕННЫЕ МЕЧЕТИ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРАДИЦИЙ И НОВЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ	208
Енсебаев Э.Б. ПРОБЛЕМА УСТАНОВКИ ЭСКАЛАТОРОВ В СУЩЕСТВУЮЩИХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ	213
Ермуханбетова Н.А., Агзамбекова А.Т., Сейтназарова К.Р., Аубакирова З.А. ИИ В ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ: СООТВЕТСТВИЕ ISO 52900 И ISO 17296	218
Ерсайнова А.Б., Солдун А.С., Гольцев А.Г. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОКУМЕНТООБОРОТА И МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ	223
Зиятбек Е., Анапьянова С.Б. ЕЛІМІЗДЕГІ ШАҒЫН ЕЛДІ МЕКЕНДЕРДЕН ШЫҚҚАН ТҰРМЫСТЫҚ ТӨГІНДІ СУЛАРДЫ КӘДЕГЕ ЖАРАТУ ЖОЛЫ	228
Илюбаев Э.Ж. КОНСТРУИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ СТЕНОВОГО ОГРАЖДЕНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ	233
Исакова Ю.Ю., Чернавин В.Ю. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	238
Исинова А.Е., Тулебекова А.С. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	243
Каирбекова Р.Р., Буханцева А.Е. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЖИЛОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЫ	248
Калиш Я., Нурекенова Р. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ХВОСТОХРАНИЛИЩ	251
Калимов С.С., Нұржанұлы А., Саменова А.Ж. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ	256
Колесникова А.В., Алимбаева А.К., Руденко О.В. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛОБОЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ	261
Колесникова Е.А., Буханцева А.Е. СТИЛЬ «МЕМФИС»: ПОСТМОДЕРНИСТИЧЕСКИЙ БУНТ В ДИЗАЙНЕ	266
Коротков И.А. РЕКОНСТРУКЦИЯ СОВМЕЩЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ	270
Кузнецов И.С. ОЦЕНКА СЕЙСМОБЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ	275
Кулик Д.В., Еремеева Ю.Н., Колпакова В.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	280
Мещанинов Д.Д. НЕСЪЕМНАЯ СТАЛЕФИБРОБЕТОННАЯ ОПАЛУБКА КАК НЕСУЩИЙ ЭЛЕМЕНТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	285

Муканов Е., Кропачев П.А. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	290
Мусин Э.Т., Кропачев П.А., Рамиянова М.Е. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО АУДИТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	296
Мухаметжанов А.Е., Иноземцева Т.А. ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ХАБОВ	301
Наурызбаева З.Ж., Тулебекова А.С. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ	306
Нугуманов О.С., Абдикерова У.Б. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЧЕТА ОБЪЕКТОВ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	311
Нуралынова А.Ж., Раимбекова А.К. ОСОБЕННОСТИ ТРАССИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ AUTODESK INFRAWORKS	316
Садырбаев М. О., Кропачев П.А., Рамиянова М.Е. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА	321
Салимов Р.Б. ВОЗМОЖНОСТЬ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫСОТЫ ПОДВАЛА В ПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ	326
Самойленко В.А., Комлев С.В. АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШКОЛЫ-ИНТЕРНАТА ПО ЗИМНИМ ВИДАМ СПОРТА	331
Синельников А.И. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И КОМФОРТА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ	336
Серікова А.Р., Иноземцева Т.А. ГЕНЕРАТИВНЫЙ ДИЗАЙН В АРХИТЕКТУРЕ: РЕВОЛЮЦИЯ ИЛИ ИНСТРУМЕНТ?	341
Солдун А.С. ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ	346
Солодянкина Н., Аноп Д.К. КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ИЛИ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	351
Сосновская Р.С., Чернавин В.Ю. ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ НА УСАДОЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ГАЗОБЕТОНА НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ	356
Социалов А.Т. РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ ВІМ МОДЕЛИ ПРОМЫШЛЕННГО ЗДАНИЯ	361
Сулейменов А. Р. СИСТЕМЫ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ	366

Турганов К.Н., Чернавин В.Ю. УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ, НАРАЩИВАНИЕМ СЕЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ФИБРОБЕТОНА	371
Уалиев Е.К. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В УКРЕПЛЕНИИ ОТКОСОВ ГРУНТОВЫХ НАСЫПЕЙ	376
Уахитов Д.А. ПРИЧИНЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОЛОВ В СТРОЯЩИХСЯ ЗДАНИЯХ И ИХ УСТРАНЕНИЕ	381
Фёдоров В. И., Абдеев Б.М. МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ОБРАЗОВАНИЕМ НАЛЕДИ НА КАРНИЗАХ ЗДАНИЙ	386
Хаджимұқан Ш.С. ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА	391
Хан А.В., Кропачев П.А. РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ОСНОВАНИЯХ	395
Хан К.В., Рахимов М.А. ОБЗОР МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	400
Хуснутдинов Д.А., Божаяев К.Б., Руденко О.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ В БЕТОНЕ	405
Чалкенов М.С. РОЛЬ САКРАЛЬНЫХ МЕСТ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА В ФОРМИРОВАНИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ И СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	409
Черникова З.А., Козлов М.В., Феоктистова Е.А. ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОРОДСКИХ ПУБЛИЧНЫХ ПРОСТРАНСТВ НА ПРИМЕРЕ Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА	414
Чудиновский Д.М. ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК	419
Шаяхмет Қ.Қ. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	424
Шаяхметов Н.Н., Абдикерова У.Б., Елеманов Д.С. ҮН ТАРТУ ӨНЕРКӘСІПТЕРІНДЕ ИННОВАЦИЯЛЫҚ, ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҢҒЫРТУ	429
Шелухина А.П., Буханцева А.Е. СИМВОЛИКА ОБРАЗОВ: СТИЛЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МЕБЕЛИ XIX- XX ВЕКА	434
Божаяев Т.Б, Кропачев П.А. ОСНОВНЫЕ МЕТОДИКИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ЭТАПЕ ИЗЫСКАНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПРЕДЛОЖЕННЫЕ ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ	438