



Инновационные технологии в инженерных системах

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ**

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES
IN ENGINEERING SYSTEMS**

Сборник статей по материалам
Международной научно-практической конференции
(Чебоксары, 24 апреля 2024 г.)

Чебоксары
Издательский дом «Среда»
2024

УДК 62(082)
ББК 30.69я43
И66

*Печатается по решению Ученого совета
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет И.Н. Ульянова»
(протокол от 30.05.2024 №4)*

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и комплексов ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет»
В. П. Егоров;

канд. экон. наук, доцент кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
В. Ф. Богданов

Редакционная коллегия:

*А.Н. Плотников (отв. редактор), В.С. Васильев, С.В. Спиридонов,
Т.В. Щенникова, Б.В. Михайлов, В.А. Творогов, Л.А. Сакмарова,
Н.С. Соколов, Н.Г. Русина, А.С. Мозгова, Н.А. Федоров, Д.А. Умникова.*

И66 **Инновационные технологии в инженерных системах :**
сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 24 апр. 2024 г.) / ред. колл. А.Н. Плотников [и др.]. – Чебоксары: Среда, 2024. – 240 с.

ISBN 978-5-907830-51-6

Рассмотрены вопросы решения экологических проблем водопользования, современные системы подготовки чистой питьевой воды, устройства инженерных систем. Освещены современные конструктивные и организационно-технологические решения в строительстве инженерных систем и ЖКХ; устройство свайных фундаментов на проблемных грунтах, актуальные вопросы в строительном образовании.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов. Материалы сборника воспроизведены с авторских оригиналов рукописей, представленных в оргкомитет.

© Коллектив авторов, 2024

© ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», 2024

© ИД «Среда», оформление, 2024

ISBN 978-5-907830-51-6
DOI 10.31483/a-10634

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Предисловие..... | 6 |
| СЕКЦИЯ 1. СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЖКХ..... | 7 |
| <i>Волкова О.С., Низамутдинова Н.С.</i> Экономическая оценка эффективности применения воздушных тепловых насосов в условиях Челябинской области..... | 7 |
| <i>Волкова О.С., Пташкина-Гирина О.С.</i> Исследование режима работы воздушного теплового насоса в условиях Челябинской области..... | 12 |
| <i>Гордеев А.В., Творогов В.А.</i> Расчеты по определению параметров воздухопроводов в лабораториях кафедры теплотехники и гидравлики..... | 20 |
| <i>Карачева Н.А.</i> Управление качеством строительства в России..... | 26 |
| <i>Кулагина М.В., Яковлев А.П.</i> Технология устройства струйной вентиляции для подземных парковок..... | 30 |
| <i>Мальцев Д.В., Хворенков Д.А., Абрамова А.А.</i> Разработка схемы утилизации снежных масс на снегоплавильном пункте ТЭЦ..... | 34 |
| <i>Сергеев С.В., Викторова С.С., Федоров П.Ю., Викторов А.А.</i> Геотехническая практика усиления склона..... | 38 |
| <i>Убаськин А.Г.</i> Анализ развития методов совершенствования организационно-технологических решений строительства объекта ... | 48 |
| <i>Ялуков Т.В.</i> Усиление основания деформированной противооползневой подпорной стены..... | 55 |
| СЕКЦИЯ 2. СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ..... | 67 |
| <i>Григорьев А.С., Русинова Н.Г.</i> Современные технологии организации и устройства систем водоснабжения на примере жилого дома..... | 67 |
| <i>Калашников И.А., Клопова М.А., Творогов В.А.</i> Естественные системы вентиляции на фермах..... | 74 |
| <i>Овчинников К.М., Микрюкова Е.М.</i> Особенности проектирования систем водоснабжения и водоотведения высотных зданий..... | 79 |
| <i>Тимофеева Е.В., Творогов В.А.</i> Обоснование доз кормления поросят сверхраннего отъема..... | 93 |
| <i>Тимофеева Е.В., Творогов В.А.</i> Теоретические предпосылки очистки подогревателя молока..... | 98 |

**СЕКЦИЯ 3. ЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ** 105

Антонова Е.В. Использование заглубленных железобетонных конструкций повышенной несущей способности с целью обеспечения надежной эксплуатации существующих объектов 105

Бурнышева П.А., Карачева Н.А. Сравнительный анализ по теплотехническому расчету утеплителя 115

Васильев В.Н. Особенности возведения пристроек при реконструкции зданий 120

Кириллов К.А. Технология эрт строительства инженерных сооружений на структурно-неустойчивых склонах 123

Кириллов К.А. Использование искусственного интеллекта при производстве арматуры для изготовления железобетонных свай 132

Мухин М.С. Использование заглубленных железобетонных конструкций повышенной несущей способности с целью обеспечения надежной эксплуатации существующих объектов 136

Пчеляков А.Е., Соколов Н.С. Заглубленные строительные конструкции повышенной несущей способности 148

Салыхова Р.Ю. Методология геотехнического расчета буроинъекционных свай в слабых основаниях и стесненных условиях 153

Семенова Н.А. Проблемы, возникающие с необходимостью увеличения несущей способности слабых оснований 159

Убаськин А.Г. Эксплуатируемая кровля в многоквартирном доме 167

**СЕКЦИЯ 4. ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ** 171

Александров Е.В., Яковлев А.П. Инновационные технологии при проектировании и строительстве энергоэффективных зданий 171

Афанасьев В.В., Краснов Е.В., Туманов Ю.А. Модернизация районной отопительной котельной 4-С г. Чебоксары в мини-ТЭЦ за счет надстройки газотурбинной установкой 175

Николаева А.Г., Иванова Н.В., Бахмисова М.А., Антонова А.Э. Распределение температурных полей в ограждающих конструкциях из объемной кладки 182

| | |
|---|-----|
| <i>Сакмарова Л.А., Гоник Е.Г., Бахмисова М.А.</i> Научное исследование и устойчивость многослойных наружных стен с жесткими связями | 189 |
| <i>Тазетдинова А.М.</i> Инженерно-технические мероприятия на АО «Сарапульский электрогенераторный завод» | 196 |
| <i>Шайцанс Н., Тимофеева Е.В., Творогов В.А.</i> Тепловой расчет емкости для хранения молока | 201 |
| СЕКЦИЯ 5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ | 210 |
| <i>Николаева А.Г., Горбунов Н.С., Абрамова А.А.</i> Способы водоподготовки на производственно-отопительных котельных | 210 |
| <i>Пиминова М.Э., Вохмина Я.К.</i> Разработка предложений по уменьшению объема ртутьсодержащих отходов на примере детского сада 255 | 214 |
| <i>Пушин М.В., Валиев К.Ф., Микрюкова Е.М.</i> Особенности проектирования насосной станции первого подъема | 218 |
| СЕКЦИЯ 6. ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ | 229 |
| <i>Сакмарова Л.А., Белова Е.А., Волков С.А.</i> Роль инженерных конкурсов при подготовке специалистов в сфере информационного моделирования в строительстве | 229 |
| <i>Сакмарова Л.А., Степанова Е.Е.</i> Роль изучения компьютерных технологий на раннем этапе обучения студентов-дизайнеров | 235 |

Предисловие

II Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные технологии в инженерных системах» состоялась 24 апреля 2024 г. на строительном факультете ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова». Модераторами мероприятия выступили преподаватели кафедры теплотехники и гидравлика, руководство АО «Водоканал».

Участники конференции представили строительные и проектные организации, высшие и средние профессиональные учебные заведения:

- ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары;
- ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», г. Троицк;
- ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова», г. Ижевск;
- ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск;
- ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет»;
- АО «Чебоксарский трубный завод» группы «Полипластик», г. Новочебоксарск;
- ООО Инженерный Центр «Гармония», г. Чебоксары;
- ООО Wilo& Native. г. Чебоксары;
- ООО ПТК «Фаворит» и др.

Современные проблемы устройства и организации инженерных систем, строительные технологии безусловно вызывают большой интерес у специалистов и студентов, которые видят свое будущее в строительной отрасли. Практическая связь образования с производством позволяет сориентировать будущих специалистов на использование инновационных технологий в своих проектах и будущей деятельности.

На конференции рассмотрены актуальные вопросы решения экологических проблем водопользования, современные системы подготовки чистой питьевой воды, инновационные технологии и материалы для устройства инженерных систем. Освещены современные конструктивные и организационно-технологические решения в строительстве инженерных систем и ЖКХ; устройство свайных фундаментов на проблемных грунтах, актуальные вопросы в строительном образовании.

**СЕКЦИЯ 1. СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ
И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЖКХ**

УДК 621.577.64

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ
В УСЛОВИЯХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

O.S. Volkova

старший преподаватель

N.S. Nizamutdinova

канд. экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный
аграрный университет»
г. Троицк, Россия

Аннотация: в работе представлена оценка экономической эффективности применения воздушных тепловых насосов в системах отопления определением показателя нормированной стоимости энергии. Для оценки рассмотрены три варианта схем вентиляционно-отопительной системы ремонтной мастерской на базе традиционных источников теплоснабжения и тепловым насосом.

Ключевые слова: тепловой насос, экономическая оценка, показатель нормированной стоимости

**ECONOMIC ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS
OF THE USE OF AIR HEAT PUMPS IN THE CONDITIONS
OF THE CHELYABINSK REGION**

O.S. Volkova

senior lecturer

N.S. Nizamutdinova

phd, associate professor

South Ural State Agrarian University
Troitsk, Russia

Annotation: in this paper, the assessment of the economic efficiency of the use of air heat pumps in heating systems was carried out by determining the indicator of the normalized cost of energy. For evaluation, three variants of the schemes of the ventilation and heating system of the repair shop based on traditional heat supply sources and a heat pump are considered.

Keywords: heat pump, economic assessment, normalized cost indicator.

В современных тенденциях развития теплоэнергетической отрасли страны наблюдается переход от централизованной системы к распределенной.

Применение в системах отопления источников на базе тепловых насосов позволяет использовать энергосберегающие и экологически чистые технологии, но когда перед потребителем тепловой энергии стоит выбор применения традиционных систем отопления или на базе возобновляемых источников энергии, то он должен видеть не только экологические и технологические преимущества последних, но и их экономическую эффективность.

В данной работе оценка экономической эффективности применения воздушных тепловых насосов в системах отопления проведена определением показателя нормированной стоимости энергии [1–2], который показывает количество затрачиваемых денежных средств на выработку 1 кВт·ч электрической энергии за весь срок службы проекта.

Для оценки нормированной стоимости тепловой энергии применяется формула LCON, учитывающая затраты денежных средств на производство 1 кВт ч тепловой энергии. [3–6].

Данная методика для оценки энергосберегающих проектов, работающих на базе тепловых насосов, подробно описана в работе [7].

Показатель нормированной стоимости тепловой энергии LCON для системы отопления можно представить следующим образом

$$LCON = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{TOC(i) + Cap(i)}{(1 + WACC)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{SOR(i)}{(1 + WACC)^i}},$$

где TOC(i) – текущие затраты системы отопления в i-тый год; Cap(i) – капитальные затраты в проект системы отопления в i-тый год; WACC – средневзвешенная стоимость капитала, принимается ставка рефинансирования, 16%; SOR(i) – количество произведенной тепловой энергии в i-тый год; n – срок службы системы отопления.

Для оценки экономических показателей была выбрана система воздушного отопления ремонтной мастерской, расположенной в с. Малый Бердяуш Челябинской области. Рассматриваемая воздушная система отопления встраивается в вентиляционную систему здания мастерской, и отличается только источником тепловой энергии, поэтому система воздухопроводов и вспомогательного оборудования, а также затраты на проектирование в сравнительном расчете не учитывались. Выбор мощности основного энергетического оборудования производился согласно потребной мощности, определяемой по тепловому балансу здания для типового здания 100 кв. м.

Рассмотрены следующие схемы теплоснабжения объекта:

1 вариант: воздушный тепловой насос ZH45K4E (Copeland) номинальной мощностью 14 кВт. Мощность компрессора выбиралась с учетом расчетной температуры атмосферного воздуха, соответствующая году 80% обеспеченности, с учетом расположения объекта в I энергетическом районе распределения теплового потенциала Челябинской области [8–9].

2 вариант: калорифер электрический ЭКО-10, номинальной мощностью 10 кВт.

3 вариант: калорифер водяной от центральной системы отопления КСк4-2, обеспечивающий номинальную тепловую мощность 10,3 кВт. Водяной калорифер получает питание от тепловых сетей центрального теплоснабжения от котельной с М. Бердяуш.

В итоговую сумму капитальных вложений (рис. 1) были включены затраты на приобретение всех составляющих системы теплоснабжения, вспомогательное оборудование, устройства управления и защиты; доставка и транспортные расходы, сборка и пусконаладочные работы, монтаж и т. д.; подведение необходимых коммуникаций (подключение к электрической сети или тепловым сетям); прочие расходы.

Прочие расходы рассчитаны как 5% от стоимости оборудования.

Срок службы тепловых насосов определяется сроком службы компрессоров, так как это более дорогостоящее оборудование. Срок службы современных спиральных компрессоров составляет 25 лет. В расчетах учитывалось, что срок службы других устройств в тепловом насосе 12 лет, и требуется демонтаж, утилизация устаревшего оборудования, а также закупка нового с учетом инфляции.

Срок службы, калориферов, вентиляторов, контроллеров в среднем составляет 10–15 лет (в расчетах принят 12 лет), по истечению которого также требуется демонтаж, утилизация устаревшего оборудования и закупка нового. Расходы на утилизацию составляют 5% от стоимости установки.

Ставки налогообложения и тарифы приняты равными действующим нормативам [10–11].



Рис. 1. Капитальные затраты, руб

Количество затраченных средств на рассматриваемые системы отопления в течение всего жизненного цикла на величину произведенной тепловой энергии представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчета показателей нормированной стоимости энергии LCOH для различных систем отопления

| Система отопления | Показатель LCOH, Руб./кВт·ч |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. воздушный тепловой насос | 8,30 |
| 2. калорифер электрический | 17,42 |
| 3. калорифер водяной | 9,96 |

По полученным результатам показателей LCOH видно, что наиболее эффективный способ отопления с применением воздушного теплового насоса, нормированная стоимость энергии которого составила 8,30 руб./кВт·ч. Таким образом, произведенная оценка эффективности применения воздушных тепловых насосов в условиях Челябинской области, показала, что данная система отопления более выгодна в сравнении с традиционными системами, несмотря на значительные первоначальные затраты.

Список литературы / References

1. Visser, E., Held A. (2014). Methodologies for estimating Levelised Cost of Electricity (LCOE): Implementing the best practice LCOE methodology of the guidance. ECOFYS. Utrecht. 35 p.
2. Projected Costs of Generating Electricity. Joint report by the International Energy Agency (IEA) and the Nuclear En.

3. (2013). Pathways to high penetration of heat pumps. Report prepared for the Committee on climate change. London. URL: <https://www.theccc.org.uk/wpcontent/uploads/2013/12/Frontier-Economics-Element-Energy-Pathways-to-highpenetration-of-heat-pumps.pdf>

4. (2013). Levelised Cost of Heat and the Calculations behind It. <http://www.ieashc.org/article?NewsID=129>. 40. Subsidies and costs of EU energy. URL: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20141013_subsidies_costs_eu_energy.pdf

5. Bratanova, A., Robinson J., Wagner L. Modification of the LCOE model to estimate a cost of heat and power generation for Russia. August 2015. URL: <http://mpira.ub.uni-muenchen.de/65925>

6. Низамутдинова, Н. С. Оценка целесообразности внедрения ВИЭ на примере малой гидроэнергетики / Н. С. Низамутдинова, О. А. Гусева, О. С. Пташкина-Гирина // Энергетика и энергосбережение: теория и практика: сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции (Кемерово, 16–17 декабря 2020 г.). – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2020. – С. 128–1284. EDN IFYGIZ.

7. Низамутдинова, Н. С. Экономическая оценка проектов возобновляемой энергетики: монография / Н. С. Низамутдинова, О. С. Пташкина-Гирина. – Саарбрюккен: LAP LAMBERT, 2019. – 92 с. ISBN 978-620-0-10243-0. EDN URXSPD.

8. Пташкина-Гирина, О. С. Оценка низкопотенциальной тепловой энергии атмосферного воздуха Челябинской области с целью ее утилизации в воздушных тепловых насосах / О. С. Пташкина-Гирина, О. С. Волкова // АПК России. – 2023. – Том 30. № 2. – С. 230–235. DOI 10.55934/2587-8824-2023-30-2-230-235. EDN EURFKJ.

9. Шерязов, С. К. Исследование факторов, влияющих на эффективность работы теплонасосной установки в сельском хозяйстве / С. К. Шерязов, О. С. Пташкина-Гирина, Р. Ж. Низамутдинов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – №3 (71). – С. 162–164. EDN XRTRPF.

10. Налоговый кодекс РФ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19671/

11. Тарифы и нормативы для населения. URL: <http://www.esbt74.ru/potrebityam/naseleniju/tarify>

УДК 621.577.64

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ
ВОЗДУШНОГО ТЕПЛОВОГО НАСОСА
В УСЛОВИЯХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

О.С. Волкова

старший преподаватель

О.С. Пташкина-Гирина

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный
аграрный университет»
г. Троицк, Россия

Аннотация: сложная ситуация с теплоснабжением индивидуальных жилых домов в сельских населенных пунктах приводит к поиску альтернативных систем отопления. Воздушный тепловой насос является хорошей альтернативой традиционным источникам систем отопления. Современные конструкции теплонасосных установок, которые появились на рынке в последние годы, позволяют применять их в качестве надежного автономного отопления зданий сельскохозяйственных поселений, только для выбора установленной мощности теплового насоса необходимо учитывать природно-климатические особенности региона. Исследование влияния температуры и влажности атмосферного воздуха на режим работы теплового насоса в Челябинской области позволило получить эмпирическую зависимость для выбора установленной мощности теплового насоса.

Ключевые слова: тепловой насос, эффективности теплового насоса, производительность теплового насоса, испаритель.

**INVESTIGATION OF THE OPERATING MODE
OF AN AIR HEAT PUMP IN THE CONDITIONS
OF THE CHELYABINSK REGION**

O.S. Volkova

senior lecturer

O.S. Ptashkina-Girina

phd, associate professor

South Ural State Agrarian University
Troitsk, Russia

Annotation: the difficult situation with the heat supply of individual residential buildings in rural settlements leads to the search for alternative heating systems. An air heat pump is a good alternative to traditional sources of heating systems. Modern designs of heat pump installations that have appeared on the market in recent years allow them to be used as reliable autonomous heating of buildings of agricultural settlements, only to select the installed capacity of the heat pump it is necessary to take into account the natural and climatic characteristics of the region. The study of the influence of atmospheric temperature and humidity on the operating mode of a heat pump in the Chelyabinsk region allowed us to obtain an empirical dependence for choosing the installed capacity of a heat pump.

Keywords: heat pump, heat pump efficiency, heat pump performance, evaporator.

Введение

Применение энергосберегающих технологий в системах отопления зданий в России считается актуальным, так как в большинстве регионов страны продолжительный отопительный сезон. Проблемы в секторе теплоснабжения, связанные с износом энергооборудования и тепловых сетей [1], приводят к повышению цен на центральное теплоснабжение.

Сложная ситуация складывается в сельскохозяйственных районах, характеризующихся относительно низкой плотностью населения и рассредоточенностью объектов по региону, что приводит к значительному расходу топлива при транспортировке к удаленным потребителям. Возможным решением этой проблемы является реализация автономных систем отопления, например, на базе тепловых насосов.

В России самыми распространенными считаются тепловые насосы, использующие тепловую энергию грунта. Воздушные тепловые насосы имеют ограничения в применении, связанные со значительными перепадами температур не только в течение отопительного периода, но и в течение суток.

Тем не менее, простая схема с меньшими капиталовложениями в устройство отбора низкопотенциального тепла, приводит к интересу потребителей к установке воздушных тепловых насосов в системах теплоснабжения. Современные модели на базе оборудования, например, спиральных компрессоров фирмы Copeland или технологии Zubadan фирмы Mitsubishi Elect., позволили расширить температурный диапазон их применения [2–4]. Современные технологии позволяют использовать воздушные тепловые насосы в широком диапазоне отрицательных температур атмосферного воздуха и дополнительно не усложнять установку, но встает вопрос на

какую температуру воздуха выбирать установленную мощность воздушного теплового насоса, так как снижение температуры воздуха ниже минус 15°C приводит к снижению теплопроизводительности и увеличению потребления электрической энергии [3, 5–6].

Авторы в работе [7] определили температуры для выбора установленной мощности воздушного теплового насоса с учетом природно-климатических особенностей Челябинской области. В результате исследования в качестве расчетного года был принят год 80%-й обеспеченности по температуре отопительного периода, для расчетной температуры принята минимальная среднемесячная температура наружного воздуха расчетного года. Для г. Челябинска она составила минус $17,8^{\circ}\text{C}$ [8].

В процессе эксплуатации воздушных тепловых насосов при отрицательных температурах потребители сталкиваются с сухим и влажным режимами работы испарителей, влажный режим приводит к появлению инея на стенках испарителя и снижению снимаемого с него теплового потока.

Цель работы: исследование работы воздушного теплового насоса в условиях умеренно-климатических характеристик отопительного сезона. Для этого на кафедре был создан экспериментальный стенд.

Методика исследования

Конструктивно экспериментальный стенд представляет собой из внешнего и внутреннего блоков, установленных в оконный проем. Внутренний контур теплового насоса заполнен хладагентом R407C (рис. 1).



Рис. 1. Экспериментальный стенд

Во внешнем блоке устанавливаются испаритель и терморегулирующий вентиль, во внутреннем – компрессор, конденсатор, измерительные приборы и контроллер (пульт управления). На стенде установлен низкотемпературный поршневой герметичный компрессор типа E100HL, потребляемая электрическая мощность которого 215 Вт, объем цилиндра 10 см^3 .

В качестве конденсатора и испарителя применяются воздушные теплообменники типа ШХ-07, которые устанавливаются в коробах. Для удаления инея в процессе работы испарителя применяются электрические нагревательные элементы ТЭНы, мощностью 700 Вт, установленных между трубками испарителя.

В задачу исследования входило изучение влияния параметров наружного воздуха (температуры, влажности) на тепловую нагрузку испарителя $Q_{и}$, Вт, определение теплового потока, снимаемого с 1 кв. м. испарителя, Вт/м² для климатических условий г. Челябинска и влияние инееобразования на работу испарителя теплового насоса.

Значение теплового потока, снимаемого с 1 кв. м испарителя определяется по формуле

$$q_{и} = Q_{и}/F_{Т0} \quad (1)$$

где $F_{Т0}$ – площадь теплообменной поверхности испарителя, м², складывается из площади теплообменной поверхности ребер F_p и межреберного пространства $F_{мр}$, м²:

$$F_p = L(32 \cdot (S_1 \cdot S_2 - 0,785 \cdot d_n^2)/S_p + (8(S_1 + S_2)\delta_p)/S_p), \quad (2)$$

$$F_{мр} = \pi d_n (1 - \delta_p/S_p), \quad (3)$$

где S_1, S_2 – расстояние между трубами, м; d_n – наружный диаметр трубки теплообменного аппарата испарителя, м; S_p – шаг ребра, м; δ_p – толщина ребра, м; L – длина испарителя, м;

$Q_{и}$ – мощность теплового потока испарителя, Вт, которая зависит от режима его работы (сухой или в условиях инееобразования), поэтому определяется через расход воздуха через испаритель и разность энтальпий воздуха на входе и выходе из него, т. е.

$$Q_{и} = c \cdot \rho \cdot w \cdot F \cdot (i_1 - i_2), \quad (4)$$

где c – теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°C); ρ – плотность воздуха на входе в испаритель, кг/м³; w – скорость вентилятора, м/с; F – фронтальная площадь испарителя, м²; i_1, i_2 – энтальпии воздуха на входе и выходе из испарителя соответственно, Дж/кг. Значения энтальпии i_i определялись по известным формулам или по id – диаграммам.

Результаты и их обсуждения

На рис. 2 и 3 представлены результаты экспериментального исследования изменения теплового потока, полученного в испарителе теплового насоса и влияния на него температуры и относительной влажности атмосферного воздуха в течение отопительного периода 2022–2023 гг.

Анализ полученных данных показал тесную связь теплового потока испарителя с температурой окружающей среды, и слабую

связь с относительной влажностью воздуха. В результате была получена зависимость $q_0 = 479,2e^{0.0199t}$ ($R^2=0,8923$).

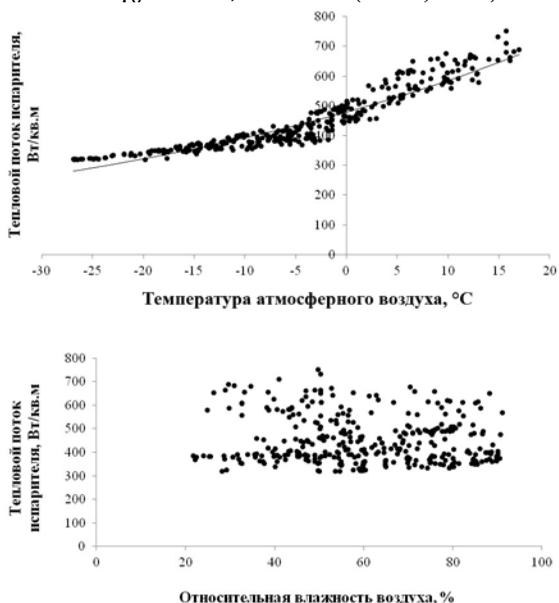


Рис. 2. Изменения теплового потока испарителя в зависимости от температуры и относительной влажности атмосферного воздуха, за отопительный период 2022–2023 гг.

Как известно, при определенных значениях температуры и относительной влажности атмосферного воздуха температура на стенках испарителя может стать ниже температуры точки росы, в этом случае на стенках теплообменника появляется конденсат. При отрицательных температурах атмосферного воздуха происходит обледенение испарителя. Исследование термо-влажностных характеристик с разделением на сухой и влажностный режим работы испарителя также показывают значительное влияние температуры атмосферного воздуха на тепловой поток в испарителе и низкое влияние относительной влажности воздуха. Возможно, для влажного режима это связано с тем, что такой режим наблюдался только в дни, когда относительная влажность воздуха в основном была в диапазоне $80\% \leq \varphi \leq 100\%$.

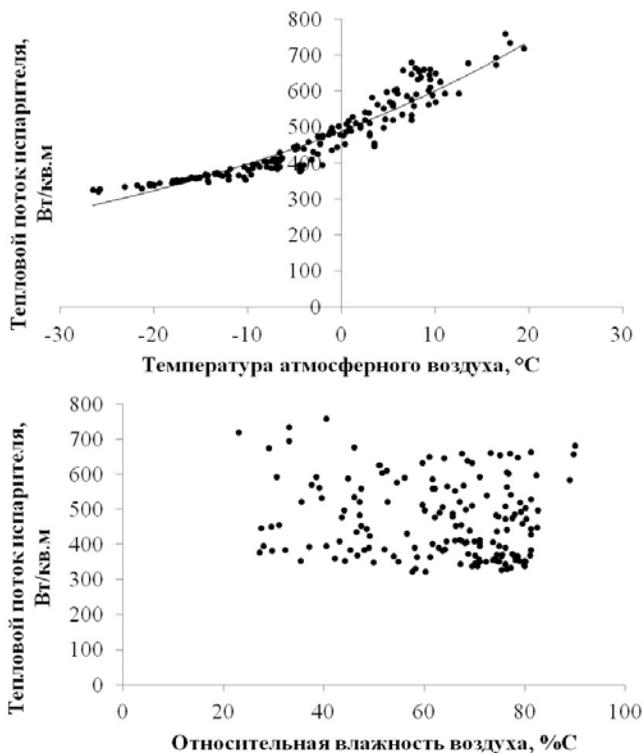


Рис. 3. Изменения теплового потока испарителя в зависимости от температуры и относительной влажности атмосферного воздуха, за отопительный период 2022–2023 гг. в сухом режиме

Экспоненциальная модель изменения теплового потока, снимаемого с испарителя в сухом режиме получена, как $q_{и} = 488e^{0,0206t}$ ($R^2 = 0,91$), для режима инееобразования – $q_{и} = 510,4e^{0,0223t}$ ($R^2 = 0,88$).

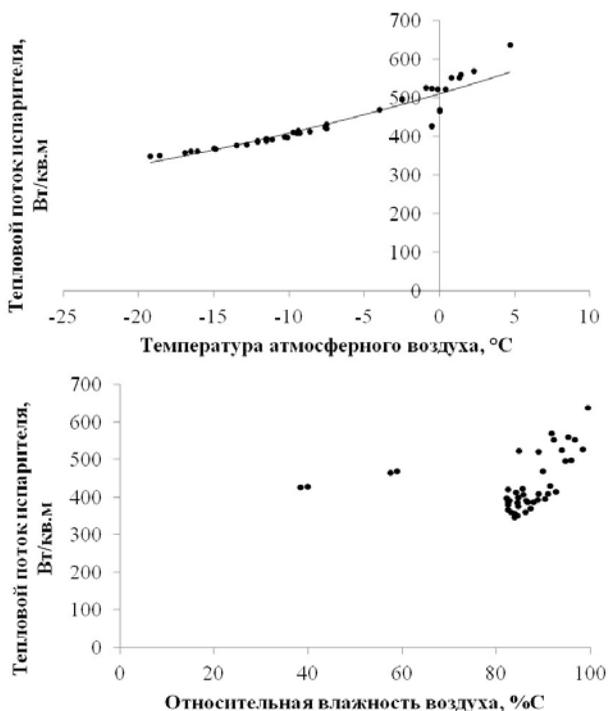


Рис. 4. Изменения теплового потока испарителя в зависимости от температуры и относительной влажности атмосферного воздуха, за отопительный период 2022–2023 гг. в режиме инееобразования

Выводы

Воздушный тепловой насос современных конструкций может с успехом применяться в качестве автономного отопления зданий сельскохозяйственных поселений, обеспечивая надежное тепло-снабжение. Для выбора установленной мощности теплового насоса необходимо учитывать природно-климатические особенности региона. Для условий Челябинской области тепловой поток, получаемый в испарителе, описывается уравнением $q_0 = 479,2e^{0,0199t}$, Вт/м², при выборе установленной мощности нет необходимости разделять на сухой режим и режим инееобразования, так как отклонения не превышают 5%.

Список литературы / References

1. СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства от 24.12.2020 № 859/пр: введен в действие 25.0.2021 г. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/82b/SP-131.pdf> (дата обращения: 10.04.2024).
2. Российский статистический ежегодник. 2021: сборник статей // Росстат. – Москва, 2021. – 692 с.
3. Бабчиков, Е. Воздушные тепловые насосы Mitsubishi Heavy Industries. Ltd / Е. Бабчиков // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2011. – №3 (111). – С. 66–68. EDN RFWZIH.
4. Общий каталог продукции для холодильной техники, кондиционирования и тепловых насосов. – 2019.
5. Спиральные компрессоры «Copeland scroll» ZH с впрыском пара. Каталог продукции. Техническая информация. – 2022.
6. Жарков, Е. В. Анализ эффективности работы теплонасосной установки от вида теплообменника в условиях Южного Урала / Е. В. Жарков, О. А. Гусева // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти проф. Данилова Н. И. (1945–2015) - Даниловских чтений (Екатеринбург, 10–14 декабря 2018 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2018. – С. 660–663. EDN XREHZQ.
7. Пташкина-Гирина, О. С. Исследование схемы работы теплонасосной установки как автономного источника теплоснабжения в умеренном климате / О. С. Пташкина-Гирина, О. С. Волкова, О. А. Гусева // Современные тенденции агроинженерных наук и инновационные технологии в сельском хозяйстве: материалы Международной научно-практической конференции Института агроинженерии (Челябинск, 17–19 ноября 2021 г.). – Челябинск: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 251–256. EDN ODGGLY.
8. Пташкина-Гирина, О. С. Оценка низкопотенциальной тепловой энергии атмосферного воздуха Челябинской области с целью ее утилизации в воздушных тепловых насосах / О. С. Пташкина-Гирина, О. С. Волкова // АПК России. – 2023. – Т. 30. № 2. – С. 230–235. DOI 10.55934/2587-8824-2023-30-2-230-235. EDN EURFKJ.

УДК 697.9; 628.8

**РАСЧЕТЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ
ВОЗДУХОВОДОВ В ЛАБОРАТОРИЯХ КАФЕДРЫ
ТЕПЛОТЕХНИКИ И ГИДРАВЛИКИ**

А.В. Гордеев

студент

В.А. Творогов

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет имени И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: работа посвящена разработке приточно-вытяжной системы вентиляции в лабораториях кафедры теплотехники и гидравлики.

Ключевые слова: вентиляция, кратность воздухообмена, живое сечение, калорифер.

**CALCULATIONS FOR DETERMINING
THE PARAMETERS OF AIR DUCTS
IN THE LABORATORIES OF THE DEPARTMENT
OF THERMAL ENGINEERING AND HYDRAULICS**

A.V. Gordeev

student

V.A. Tvorogov

candidate of technical sciences, associate professor

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the work is devoted to the development of a supply and exhaust ventilation system in the laboratories of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics.

Keywords: ventilation, the multiplicity of air exchange, the living section, the heater.

Данная работа посвящена обоснованию основных параметров приточно-вытяжной вентиляции в лабораториях кафедры теплотехники и гидравлики. С этой целью нами изучены основные требования, предъявляемые к данным помещениям. Так как лаборатория – это место, где проводятся разного рода исследования, и испытания создание требуемого микроклимата является основой для получения достоверных результатов.

Параметры микроклимата в лаборатории должны быть следующими:

– холодный и переходный периоды. Температурный режим в помещениях поддерживается 18–23 градуса, относительная влажность от 40 до 60%, скорость движения воздуха не выше 0,2 м/с;

– теплый период. Температурный режим в помещениях от 21 до 25 градусов, относительная влажность от 40 до 60%, скорость движения воздуха не выше 0,2 м/с [1–2].

Осмотр лабораторий показал, что на всех оконных проемах имеются откидывающиеся фрамуги или форточки. Существующая система отопления обеспечивает необходимый температурный режим в помещениях в холодный и переходный периоды. В лаборатории Г-016 требуется установка вытяжного зонта над муфельной печкой.

Вентиляция – один из основных способов, обеспечивающих требуемый микроклимат в помещениях. Главным критерием вентиляции является воздухообмен – как показатель сменяемости воздуха закрытых помещений в единицу времени, который измеряется в м³/ч. [1–6]. При проектировании приточно-вытяжной системы вентиляции мы основывались на требованиях СП 60.13330.2020, где принято воздухообмен 20 м³/ч на одного человека [1–2]. С учетом этих требований и возможного количества человек, одновременно находящихся в лабораториях нами проведены расчеты по определению воздухообмена в рассматриваемых помещениях, результаты которых приведены в виде таблицы 1.

Таблица 1

Расчет воздухообмена в помещениях

| № помещения | Наименование | Кол-во человек | Воздухообмен | |
|-------------|-----------------|----------------|--------------|------------|
| | | | приточн. (+) | вытяж. (-) |
| 1 | Г-012 | 2 | 40 | 40 |
| 2 | Г-013 | 12 | 240 | 240 |
| 3 | Г-014 | 12 | 240 | 240 |
| 4 | Г-015 | 12 | 240 | 240 |
| 5 | Г-016 | 12 | 240 | 240 |
| 6 | Тепловой узел | 0 | 0 | 20 |
| 7 | Библиотека | 1 | 20 | 20 |
| 8 | Вент. помещение | 0 | 20 | 20 |

Для определения размеров воздуховодов в первом приближении приняли:

– высоту постоянную во всех кабинетах равную $h = 150$ мм;

– скорость потока воздуха во всех сечениях равная $v = 3$ м/с (приложение Л1 [1]).

Ширина сечений b определялась из уравнения неразрывности потока воздуха в сечениях (1) с учетом полученных данных воздухообмена в помещениях.

Уравнение неразрывности потока жидкости и газа:

$$Q = \omega v \quad (1)$$

где Q – значение воздухообмена, м³/с;

$\omega = h * b$ – площадь живого сечения, м²;

v – скорость потока, м/с.

Для обеспечения благоприятных условий в лабораториях предусматривается подогрев приточного воздуха до определенной температуры. Для обогрева приточного воздуха рассматривается калорифер, работающий на теплоносителе этиленгликоль, который в свою очередь подогревается в пластинчатом теплообменнике при помощи горячего теплоносителя из системы отопления. Таким образом, появляется необходимость автоматического регулирования системы подогрева приточного воздуха в зависимости от температуры наружного воздуха.

Таблица 2

Результаты по расчету сечений воздуховодов

| № сечения | Позиция | Ширина воздуховода, мм | Площадь сечения, м ² | Воздухообмен, м ³ /ч | Кабинет |
|----------------------|---------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Приточная вентиляция | | | | | |
| 1 | П2 | 150 | 0,0225 | 40 | Г-012 |
| 2 | П2 | 150 | 0,0225 | 120 | Г-013 |
| 3 | П5 | 200 | 0,03 | 200 | Г-013 |
| 4 | П5 | 200 | 0,03 | 280 | Г-013 |
| 5 | П7 | 250 | 0,0375 | 300 | Библиотека |
| 6 | П7 | 250 | 0,0375 | 360 | Г-014 |
| 7 | П9 | 300 | 0,045 | 420 | Г-014 |
| 8 | П11 | 350 | 0,0525 | 480 | Г-014 |
| 9 | П11 | 350 | 0,0525 | 540 | Г-014 |
| 10 | П11 | 350 | 0,0525 | 560 | Вентпомещение |
| 11 | П19 | 700 | 0,105 | 1060 | Вентпомещение |
| 12 | П15 | 100 | 0,015 | 80 | Г-015 |
| 13 | П15 | 100 | 0,015 | 160 | Г-015 |
| 14 | П2 | 150 | 0,0225 | 240 | Г-015 |

**Современные конструктивные и организационно-технологические
решения в строительстве инженерных систем и ЖКХ**

Окончание таблицы 2

| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| 15 | П7 | 250 | 0,0375 | 360 | Г-016 |
| 16 | П9 | 300 | 0,045 | 420 | Г-016 |
| 17 | П11 | 350 | 0,0525 | 420 | Г-016 |
| 18 | П11 | 350 | 0,0525 | 500 | Г-016 |
| Вытяжная вентиляция | | | | | |
| 19 | В2 | 100 | 0,015 | 70 | Тепловой узел |
| 20 | В2 | 100 | 0,015 | 110 | Г-012 |
| 21 | В5 | 150 | 0,0225 | 190 | Г-013 |
| 22 | В7 | 200 | 0,03 | 270 | Г-013 |
| 23 | В9 | 250 | 0,0375 | 350 | Г-013 |
| 24 | В9 | 250 | 0,0375 | 370 | Библиотека |
| 25 | В11 | 300 | 0,045 | 370 | Библиотека |
| 26 | В11 | 300 | 0,045 | 430 | Г-014 |
| 27 | В13 | 350 | 0,0525 | 490 | Г-014 |
| 28 | В13 | 350 | 0,0525 | 550 | Г-014 |
| 29 | В15 | 400 | 0,06 | 610 | Г-014 |
| 30 | В16 | 700 | 0,105 | 1090 | Г-014 |
| 31 | В16 | 700 | 0,105 | 1110 | Вентпомещение |
| 32 | В2 | 100 | 0,015 | 80 | Г-015 |
| 33 | В2 | 100 | 0,015 | 160 | Г-015 |
| 34 | В5 | 150 | 0,0225 | 240 | Г-015 |
| 35 | В7 | 200 | 0,03 | 320 | Г-016 |
| 36 | В9 | 250 | 0,0375 | 400 | Г-016 |
| 37 | В11 | 300 | 0,045 | 480 | Коридор |
| 38 | В16 | 700 | 0,105 | 480 | Коридор |

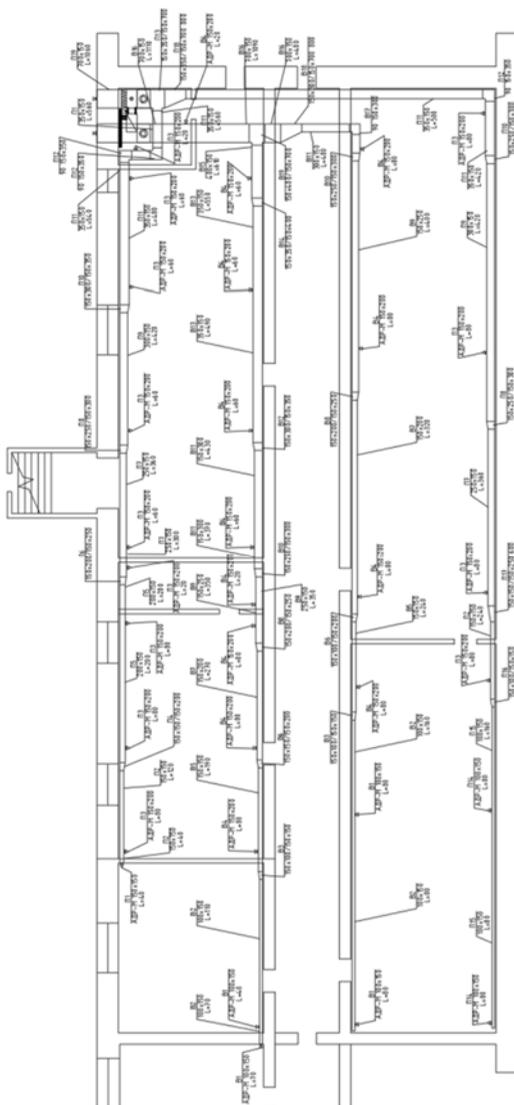


Рис. 2. План размещения вентиляционных каналов в лабораториях кафедры теплотехники и гидравлики

В ходе проектирования расположили приточную линию дальше от входа, а вытяжную – со стороны входа в помещения. Произвели

подсчёт необходимой инфраструктуры и арматуры (повороты, расширения, решётки и т. д.) и составили спецификацию.

Следующим этапом работы будет подбор технологического оборудования для создания микроклимата. Это подбор вентиляторов в приточную и вытяжную системы, подбор калорифера, пластинчатого теплообменника и насоса.

Список литературы / References

1. «СП 60.13330.2020. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. СНиП 41-01-2003» (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 30.12.2020 №921/пр) (дата обращения: 13.05.2024).

2. Вентиляция естественная и принудительная // TN.RU. URL: <https://www.tn.ru/journal/ventilyatsiya-estestvennaya-i-prinuditel'naya> (дата обращения: 13.05.2024).

3. Сметанин, В. А. Разработка озонатора воздуха для создания микроклимата на свиноварных фермах / В. А. Сметанин, В. А. Творогов, В. В. Васильева // Молодежь и инновации : материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Чебоксары, 17–18 марта 2022 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2022. – С. 400–403. EDN MLNGZN.

4. Васильева, В. В. Улучшение микроклимата на фермах / В. В. Васильева, А. Р. Котылева, В. А. Творогов // Инновационные технологии в инженерных системах: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова (Чебоксары, 28 апреля 2022 г.). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 59–64. EDN NZKEDD.

5. Творогов, В. А. Повышение энергоэффективности в технологических линиях для создания микроклимата на фермах / В. А. Творогов, Ю. В. Воронов, А. Г. Прохоров // Молодежь и инновации: материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Чебоксары, 10 марта 2023 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 549–553. EDN YLPCDU.

6. Творогов, В. А. К вопросу обоснования основных параметров озонатора в системах для создания микроклимата на фермах / В. А. Творогов // Строительство и застройка: жизненный цикл - 2022: Материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2022 г.). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 274–278. EDN BWJYWE.

УДК 658.562

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ

Н.А. Карачева

студент

Чайковский филиал Пермского национального
исследовательского политехнического университета
г. Чайковский, Россия

Аннотация: в статье рассматриваются методы управления качеством в строительстве, а также связь качества с экономикой. Рассмотрены инструменты управления качеством строительства.

Ключевые слова: метод, требования, контроль качества, стандарты, нормы.

CONSTRUCTION QUALITY MANAGEMENT IN RUSSIA

N.A. Karacheva

student

Tchaikovsky branch of Perm National
Research Polytechnic University
Chaikovsky, Russia

Annotation: the article discusses methods of quality management in construction, as well as the connection between quality and economics. Construction quality management tools are considered.

Keywords: method, requirements, quality control, standards, norms.

Управление качеством строительства является одним из ключевых аспектов в строительстве, так как от него зависит безопасность и долговечность зданий и сооружений. В данной статье рассмотрим основные аспекты управления качеством строительства, а также методы и инструменты, которые используются для его обеспечения.

Соблюдение всех условий качества неотъемлемая часть интенсивного развития строительной отрасли.

Как известно, качество строительства – это степень соответствия характеристик построенного объекта требованиям проекта, нормам, стандартам и ожиданиям потребителей.

Управление качеством строительства направлено на обеспечение высокого уровня строительных работ, снижение рисков и предотвращение ошибок.

Для повышения современных методов управления качеством нужно, чтобы инженерный и экономический подходы работали вместе, тогда и объективность оценки качества продукции возрастет.

На сегодняшний день в России система управления качеством рассматривается как составная часть объединенной системы управления в целом.

В России различают несколько видов осуществления строительного контроля. Самые распространенные рассмотрены в таблице 1.

Таблица 1

Виды строительного контроля

| | |
|---|---|
| Входной контроль | Проверка качества поступающей проектной документации и материальных ресурсов |
| Пооперационный (технологический) контроль | Должен осуществляться в ходе выполнения строительных процессов или производственных операций и обеспечивать своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению и предупреждению |
| Промежуточный контроль | Относится к скрытым работам и проводится технической комиссией |
| Приемочный контроль | Приемочный контроль качества законченного строительства объекта проводится с целью проверки его готовности к эксплуатации |

Наряду с проблемами обеспечения качества, в России присутствует деятельность саморегулируемых организаций. Не все из них имеют слаженный механизм по контролю за качеством выпускаемой продукции. За соблюдением формальных аспектов управления качеством, таких как соответствие стандартам и наличие необходимой документации они более внимательно следят [1].

В строительстве существуют различные стандарты, нормы и правила, которые устанавливают требования к качеству строительных материалов, технологий и процессов. К основным стандартам относятся.

1. ГОСТы (государственные стандарты).
2. СНиПы (строительные нормы и правила).

3. ТУ (технические условия).

4. ISO (международные стандарты).

Для обеспечения качества строительства используются следующие методы.

1. Контроль качества: включает в себя проверку соответствия всех этапов строительства требованиям стандартов и норм. Контроль может быть визуальным, инструментальным или лабораторным.

2. Испытания и сертификация: строительные материалы и изделия должны проходить испытания и сертификацию на соответствие требованиям стандартов.

3. Проектирование: качественное проектирование является основой успешного строительства.

Необходимо учесть все требования и пожелания заказчика, а также обеспечить выполнение норм и стандартов.

4. Обучение и повышение квалификации персонала: обучение и повышение квалификации сотрудников способствует улучшению качества работ и снижению количества ошибок.

5. Управление рисками: идентификация, анализ и минимизация рисков на всех этапах строительства позволяет избежать непредвиденных ситуаций и повысить качество работ.

Для управления качеством строительства используются различные инструменты и технологии.

1. Автоматизация процессов контроля качества: использование программного обеспечения для автоматизации процессов контроля и учета качества строительных работ.

2. Системы управления проектами: позволяют контролировать сроки выполнения работ, затраты и качество строительства.

3. BIM – технологии: использование информационного моделирования зданий для повышения качества проектирования и строительства, как пример, проектирование 3D модели здания (рисунок 1).

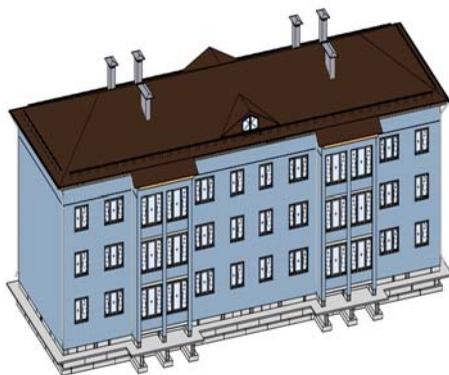


Рис. 3D модель жилого многоквартирного дома

По личному опыту работы с 3D моделями можно говорить об удобстве использования BIM-технологий. На рисунке представлен личный проект, спроектированный для учебных целей. Проект выполнен в программе «RENGA». Renga – российская BIM-система для комплексного проектирования с необходимой функциональностью, интуитивно-понятным интерфейсом и доступной стоимостью. Вся документация, создаваемая в программе, соответствует используемой в России нормативно-технической документации. Созданная информационная модель объекта строительства используется на всем его жизненном цикле.

Связать контроль качества строительства с экономикой можно несколькими способами. Один из них – это снижение затрат на ремонт и обслуживание зданий и сооружений в будущем. Качественное строительство снижает риск возникновения аварийных ситуаций, что в свою очередь уменьшает затраты на их устранение. Кроме того, контроль качества строительства может помочь сократить сроки выполнения работ и уменьшить количество используемых ресурсов, что также влияет на общую экономическую эффективность проекта.

Управление качеством строительства является важным аспектом в строительстве. Для обеспечения высокого качества работ необходимо использовать различные методы, инструменты и технологии, а также строго соблюдать стандарты и нормы. Это позволит снизить риски и обеспечить безопасность и долговечность построенных объектов.

Список литературы / References

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

УДК 697.9

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА СТРУЙНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ ПАРКОВОК

М.В. Кулагина

студент

А.П. Яковлев

канд. экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Чувашской государственной
университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: в статье была рассмотрена технология устройства струйной вентиляции для подземных парковок. Описаны задачи, принцип работы и преимущества данной вентиляционной системы. Разработаны этапы по устройству струйной вентиляции для подземных парковки.

Ключевые слова: вентиляция подземного паркинга, струйная система вентиляции, дымоудаление, струйные вентиляторы, проектирование, монтаж, настройка системы.

TECHNOLOGY OF JET VENTILATION DEVICES FOR UNDERGROUND PARKING PARKS

M.V. Kulagina

student

A.P. Yakovlev

cand. of econ. sciences, associate professor

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the article examined the technology of jet ventilation for underground parking lots. The tasks, operating principles and advantages of this ventilation system are described. Stages have been developed for the installation of jet ventilation for underground parking lots.

Keywords: underground parking ventilation, jet ventilation system, smoke removal, jet fans, design, installation, system configuration.

Подземные парковки являются популярным решением для хранения автомобилей в условиях стесненной городской застройки. Тема энергоэффективной и надежной системы вентиляции не теряет свою актуальность, так как подземные парковки представляют потенциаль-

ную опасность для людей, находящихся внутри, из-за выхлопных газов и возможности возникновения пожаров, поэтому важно обеспечить работу систем дымоудаления и общеобменной вентиляции [1–6].

К задачам вентиляции подземного паркинга относятся:

– обеспечение эффективного воздухообмена согласно требованиям актуализированной редакции, СНиП;

– доведение количества вредных примесей в воздухе до допустимой концентрации;

– обеспечение выполнения требований пожарной безопасности;

– поддержание температуры и влажности на необходимом уровне согласно всем нормам;

– обеспечение экологической безопасности.

Струйная вентиляция – это инновационный метод очистки воздуха, который использует направленные потоки воздуха для удаления выхлопных газов и дыма. В основе этого метода лежит процесс эжекции воздуха, который создает мощные струи, способные перемещать загрязняющие вещества на значительное расстояние.

Принцип работы струйной вентиляции заключается в использовании осевых вентиляторов высокого давления, способных прокачивать значительные объемы воздуха на большие расстояния. Эти вентиляторы создают мощные струи воздуха, которые направляются в сторону загрязненных зон. Благодаря своей конструкции, струйные вентиляторы могут работать в двух направлениях, обеспечивая реверсивное нагнетание воздуха.

Вентиляторы работают в двух режимах: штатном и реверсивном. В штатном режиме вентиляторы обеспечивают нагнетание воздуха, а в реверсивном режиме — откачивают дым от места возгорания, захватывая и кислород, способствующий горению.

При возникновении пожара струйные вентиляторы переключаются в режим реверса, меняя направление прокачиваемого потока. Это позволяет им откачивать дым от места возгорания, захватывая и кислород, способствующий горению. Таким образом, струйная вентиляция помогает упростить эвакуацию людей и техники в случае пожара.

Преимущества струйной вентиляции.

1. Высокая эффективность: струйные вентиляционные системы имеют хорошие показатели энергоэффективности, что позволяет снизить затраты на электроэнергию.

2. Экономия энергии: использование рециркуляции воздуха и рекуператоров позволяет повторно использовать уже нагретый воздух, снижая потребность в дополнительном отоплении.

3. Простота монтажа и обслуживания: струйные вентиляционные системы просты в установке и обслуживании, что облегчает их эксплуатацию и ремонт.

Этапы устройства струйной вентиляции включают:

- проектирование (разработка детального плана системы вентиляции, включая приточные и вытяжные вентиляторы, струйные вентиляторы, контрольные датчики и систему управления);
- монтаж (установка компонентов системы на месте эксплуатации);
- тестирование (проведение испытаний с проверкой дымом);
- настройка (ввод в эксплуатацию, согласование деталей по безопасности).

Технология проектирования системы струйной вентиляции включает следующие этапы.

1. Определение расчетных параметров: частоты транспортного трафика, ширины зоны локализации задымления, расстояния между струйными вентиляторами и других характеристик автостоянки.

2. Расчет требуемого воздушного потока внешнего воздуха для снижения концентрации СО на парковке.

3. Определение объемной производительности противодымной вентиляции в режиме удаления продуктов горения.

4. Установление температуры и скорости движения воздуха.

5. Расчет плотности воздуха.

6. Подбор струйных вентиляторов с соответствующим и техническими характеристиками, обеспечивающими работу в аварийном режиме.

7. Разработка схемы размещения струйных вентиляторов и определение их количества.

8. Создание проектной документации, включающей чертежи, спецификации оборудования и материалов, а также пояснительную записку с расчетами и обоснованиями принятых решений.

Технология монтажа системы струйной вентиляции состоит из следующих этапов.

1. Проектирование: разработка проекта системы струйной вентиляции с учетом нормативных документов и требований пожарной безопасности.

2. Подготовка помещения: очистка и подготовка поверхности для установки струйных вентиляторов.

3. Установка струйных вентиляторов: монтаж вентиляторов в подпотолочном пространстве автостоянки согласно проекту.

4. Подключение к электрической сети: обеспечение электропитанием оборудования.

5. Пусконаладочные работы: проверка работоспособности вентиляционной системы, регулировка параметров воздухообмена и давления.

6. Оформление документации: составление актов выполненных работ, протоколов испытаний и другой необходимой документации.

Технология тестирования струйной системы вентиляции предусматривает проведение измерений среднего значения скорости воздушного потока в помещении автостоянки, обусловленного работой приточно-вытяжной противодымной вентиляции. Если это значение $V_1 \geq V_{кр}$, то считается, что противодымная вентиляция обеспечивает эвакуацию людей на парковке в течение 5–10 минут после обнаружения пожара.

Настройка струйной системы вентиляции делится на следующие этапы.

1. Согласование целей по безопасности для каждого проекта.

2. Проектирование всей системы, включая проведение CFD-анализа и составление плана системы вентиляции.

3. Составление спецификации датчиков, кабелей и подбор всех необходимых компонентов.

4. Установка и подключение оборудования.

5. Включение и проверка работы системы.

Специалисты обслуживающей компании должны оказывать поддержку на всех этапах и обеспечивать точную настройку системы управления с учетом всех требований и норм.

Целесообразность использования струйной вентиляции в подземных парковках обусловлена ее эффективностью в поддержании оптимальных параметров микроклимата, особенно при высоких концентрациях выхлопных газов и возможных появлениях застойных зон. Струйная вентиляция, в частности, обеспечивает мощный воздухообмен, удаляет загрязняющие вещества и предотвращает распространение дыма при пожаре.

Перспективы развития технологии струйной вентиляции связаны с улучшением систем дымоудаления, повышением энергоэффективности и автоматизацией управления вентиляцией. Дальнейшее развитие струйной вентиляции может включать использование интеллектуальных датчиков и контроллеров для автоматического регулирования вентиляции в зависимости от условий эксплуатации и пожарной опасности.

Список литературы / References

1. Волков, А. П. Методика расчёта вентиляционной системы парковки закрытого типа / А. П. Волков, А. М. Гримитлин, С. В. Рыков // АВОК. – 2014.

2. Кадыров, К. М. Обеспечение пожарной безопасности закрытых паркингов и подземных автостоянок / К. М. Кадыров, А. В. Федотов, Р. А. Дулуев // Вестник МГСУ. – 2020.

3. Киселёва, М. К. Особенности проектирование системы вентиляции подземного паркинга / М. К. Киселёва, Д. М. Денисихина // Символ науки. – 2023.

4. Комиссарова, М. В. Основы организации строительства систем вентиляции / М. В. Комиссарова // Инженерно-строительный журнал. – 2020.

5. Нагорная, А. Н. Системы вентиляции предприятий общественного питания / А. Н. Нагорная, Н. Г. Сорокина, С. В. Пономарева // Инженерный вестник Дона. – 2023.

6. Прокопьев, А. П. Реализация технологий виртуальной реальности BIM - проекта надземного перехода / А. П. Прокопьев, М. А. Александров // Наука. Наследие. Университет: сборник материалов Международной 56-й научной студенческой конференции. Посвящается Году культурного наследия народов Российской Федерации, Году выдающихся земляков в Чувашской Республике (Чебоксары, 08–15 апреля 2022 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2022. – С. 298–299. EDN JUWXQM.

УДК 625.768.5

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ СНЕЖНЫХ МАСС НА СНЕГОПЛАВИЛЬНОМ ПУНКТЕ ТЭЦ

Д.В. Мальцев

студент

Д.А. Хворенков

канд. техн. наук, доцент

А.А. Абрамова

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический
университет им. М.Т. Калашникова»
г. Ижевск, Россия

Аннотация: приведена схема утилизации снежных масс городских поселений на снегоплавильном пункте ТЭЦ за счет сбросной теплоты, поступающей на градирню. Обоснованием выбора этого метода является то, что большие объёмы тепловой энергии циркуляционной воды на текущий момент не используются, а только нагревают воздух вокруг ТЭЦ.

Ключевые слова: снежные массы, снегоплавильный пункт, утилизация.

DEVELOPMENT OF A SCHEME FOR THE DISPOSAL
OF SNOW MASSES AT A SNOW MELTING POINT TPP

D.V. Maltsev

student

D.A. Khvorenkov

candidate of technical sciences, associate professor

A.A. Abramova

candidate of technical sciences, associate professor

Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Izhevsk, Russia

Annotation: the scheme of utilization of snow masses of urban settlements at the snow melting point of the CHP due to the waste heat supplied to the cooling tower is presented. The rationale for choosing this method is that large amounts of thermal energy from circulating water are not currently being used, but only heat the air around the TPP.

Keywords: snow masses, snow melting point, recycling.

Снежные массы, некоторое время слеживаясь на земле, накапливают в своем объеме различные взвешенные вещества, тяжелые металлы, противогололедные реагенты. Согласно [1] снежная масса, собираемая с городских территорий, согласно федерального классификационного каталога отходов, относится к отходу V класса (если есть подтверждение ее безопасности лабораторным способом) и IV класса (если нет подтверждения безопасности лабораторным способом). Поэтому в результате таяния данного состава снега без должной утилизации наблюдается загрязнение почвы и водных источников взвешенными веществами, металлами (железо, марганец, цинк, свинец), органическими загрязняющими веществами (СПАВ, нефтепродукты).

На сегодняшний день в городе Ижевск применяют только естественный способ утилизации снежной массы (вывоз на полигоны «сухих» снегосвалок). В связи с повышением актуальности проблемы утилизации снежных масс по причине большого количества осадков зимой 2023 года в данной статье представлен вариант решения этой проблемы [2].

На рисунке 1 представлена классификация снегоплавильных установок. Для города Ижевск предлагается выбрать вариант снегоплавильной установки на базе ТЭЦ с использованием низкопотенциальных источников теплоты.



Рис. 1. Классификация вариантов утилизации снежных масс

При работе ТЭЦ образуется нагретая оборотная вода, тепловую энергию которой рационально использовать на плавление снега, а не просто сбрасывать в окружающую среду. Проект предполагает использовать теплоту циркуляционной воды для нужд стационарной снегоплавильной станции (пункта), которую предлагается установить в районе градирни. Расположение Ижевской ТЭЦ в центре города позволит улучшить логистическую составляющую по вывозу снега из ближайших от центра районов города. На рисунке 2 приведен пример использования нагретой оборотной воды в цикле ТЭЦ для плавления снежных масс.

Представленный вариант обладает следующими преимуществами: отсутствуют дополнительные затраты на выработку тепла, сокращаются расходы на транспортировку, так как снегоплавильный пункт находится в центре города, капитальные и эксплуатационные затраты будут не так велики как при других вариантах, при качественной локальной очистке образующихся талых вод возможно использование этой воды в качестве добавочной воды в цикле ТЭЦ, что приведет к снижению платы за забор воды из источника. Недостатки: ограничение по объему принимаемых снежных масс, поскольку нагретая оборотная вода является низкопотенциальным источником энергии.

Необходимый объем работ по данному проекту включает в себя следующее:

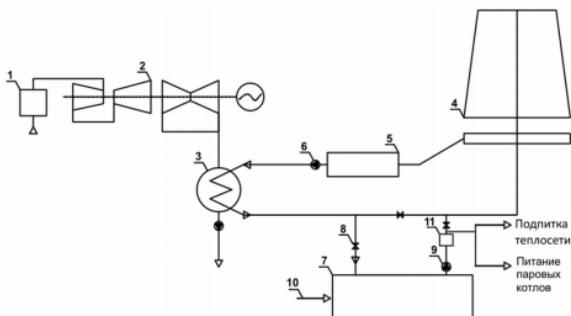


Рис. 2. Схема использования тепла оборотной воды для утилизации снега на ТЭЦ:

1 – паровой котел, 2 – теплофикационная турбина, 3 – конденсатор, 4- градирня, 5 – аванкамера, 6 – циркуляционный насос, 7 – снегоплавильная камера, 8 – регулятор, 9 – циркуляционный насос снегоплавильного пункта, 10 – трубопровод ливневой канализации, 11 – система водоочистки.

- установка стационарной снегоплавильной станции;
- установка вспомогательного теплообменного и насосного оборудования;
- монтаж линии подачи и возврата оборотной воды для нагрева снежных масс;
- установка блочно-модульных очистных сооружений для очистки талых вод до допустимых показателей для сброса в акваторию пруда;
- монтаж линии сброса талой воды в акваторию пруда;
- обустройство подъездных путей к стационарной снегоплавильной станции;
- обустройство рабочего места оператора снегоплавильной станции.

Использование сбросной теплоты, поступающей на градирню, для плавления снежных масс и дальнейшая очистка талых вод позволит решить проблему утилизации снежных масс городских поселений и сократить негативное влияние талых вод на почвенный покров и водные объекты.

Список литературы / References

1. Борткевич, В. С. Утилизация снежной массы / В. С. Борткевич, В. И. Миркис, С. А. Драчиков [и др.]. // Твердые бытовые отходы. – 2017. – №2 – С. 18–21.

2. Абрамова, А. А. Составление маршрута обваловки и вывоза свежесвыпавшего снега с помощью метода Кларка – Райта / А. А. Абрамова, М. Ю. Дягелев, В. Г. Исаков // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2013. – №3 (59). – С. 99–102.

УДК 624.154

ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА УСИЛЕНИЯ СКЛОНА

С.В. Сергеев

профессор, д-р техн. наук

С.С. Викторова

старший преподаватель

П.Ю. Федоров

ассистент

А.А. Викторов

магистрант

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет имени И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: в связи с освоением городских территорий, которые ранее рассматривались как неперспективные и непригодными для строительства. Она в настоящее время приобретают особую актуальность. Как правило, эти территории представляют собой с точки зрения топографии пересеченные оврагами строительные площадки, а с точки зрения инженерно-геологических условий – перемеживающиеся грунты различного генезиса с участием просадочных биогенных и техногенных грунтов. Эти обстоятельства накладывают повышенные требования к проектированию объектов с учетом разработки мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации существующих зданий и сооружений, а также устойчивости самих склонов. Кроме того, к технологиям строительного производства по возведению заглубленных конструкций и надфундаментных сооружений должны быть предъявлены особые условия. Статья является обзорной.

Ключевые слова: усиление склона, разрядно-импульсная технология, буроинъекционные сваи – ЭРТ, грунтовые анкеры ЭРТ, устойчивость склона.

GEOTECHNICAL PRACTICE OF SLOPE REINFORCEMENT

S.V. Sergeev

prof, doct. of techn. sciences

S.S. Viktorova

senior lecturer

P.Yu. Fedorov

assistant

A.A. Viktorov

master's degree student

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: in connection with the development of urban areas that were previously considered unpromising and unsuitable for construction. It is currently becoming particularly relevant. As a rule, these territories represent, from the point of view of topography, construction sites intersected by ravines, and from the point of view of engineering and geological conditions, alternating soils of various genesis with the participation of subsidence biogenic and man-made soils. These circumstances impose increased requirements on the design of facilities, taking into account the development of measures to ensure the safe operation of existing buildings and structures, as well as the stability of the slopes themselves. In addition, special conditions must be imposed on construction production technologies for the construction of buried structures and above-foundation structures. The article is a review article.

Keywords: slope reinforcement, discharge-pulse technology, drilling-injection piles - EDT, ground anchors of EDT, slope stability.

Строительство зданий и сооружений в стесненных и на пересеченных территориях требует особого рассмотрения [1–23]. При создании подземных объемов наиболее пристальное внимание необходимо уделить тщательному проведению расчетов прочности и устойчивости ограждений котлованов, воспринимающих нагрузки от существующих объектов и самого склона. Для увеличения надежности расчетов следует использовать технологию интерактивного проектирования. Ниже рассмотрен алгоритм устройства заглубленных железобетонных конструкций, включающих буринъекционные сваи-ЭРТ, грунтовые анкера ЭРТ, железобетонный обвязочный пояс и забирку для обеспечения устойчивости склона с нагрузками на нем от существующих жилых домов при строительстве 3-х 6-ти этажных жилых домов [5–23].

Инженерно-геологический разрез до изученной бурением глубины (36.0 м) в пределах площадки сложен толщей четвертичных отложений различного возраста и генезиса.

Четвертичные грунты коренной основой массива, представлены терригенной толщей пестроцветов переслаивающимися между собой глинами, алевритами, песками, мергелями северо-двинского и вятского ярусов (P3s + v). **Насыпные грунты (tQIV)** в основном представлены суглинками черными, коричневыми и темно-коричневыми, часто перемятые с почвой, с гнездами темно-красной глины и серого алеврита (1–3 см) с включениями бытового мусора, с обломками кирпича и бетона с содержанием до 30%. Распространены в основном в нижней части разреза, мощностью от 0.2 до 3.7 м, абсолютные отметки подошвы насыпных грунтов 74.3–94.7 м. Локально, в днище оврага вскрыты **современные аллювиальные отложения (aQIV)**, представленные суглинками коричневыми, прослоями до черных, легкими пылеватыми, мягкопластичными, с примесью органического вещества, прослоями заторфованные, в подошве с частыми включениями гнезд (0,5–1,5 см) темно-красной глины и серого алеврита, тонкослоистые (1–3 мм). Мощность отложений 1.3–4.1 м.

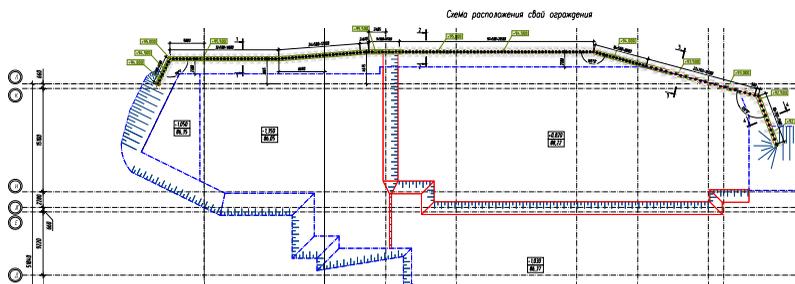


Рис. 1. План расположения свай ограждения

Далее по разрезу со спланированной дневной поверхности, в пределах склона залегают **отложения проблематичного генезиса (prQIII)**, представленные лессовыми суглинками и супесями. Суглинки (prQIII) лессовые, желтовато-коричневые, легкие песчаные, легкие пылеватые, выше уровня подземных вод макропористые, прослоями легкие до супеси, с вкраплениями гумуса, с про-

жилками известковистости и ожелезнения, тонкослоистые, гнездами песчанистые, с пройденной мощностью от 0.8 до 6.0 м, распространены повсеместно, в виде прослоев или более мощного пластообразного слоя. *Сунесу (prQIII)* лессовые желтые и желтовато-коричневые, макропористые, твердые и пластичные, с гнездами прослоями суглинка (0.5–3.0 см) светло-коричневого, тонкослоистые (2–5 мм), с пятнами ожелезнения, с пройденной мощностью от 0.4 до 5.7 м, в основном распространены в виде прослоев или более мощных слоев. Ниже по разрезу под лессовыми суглинками и супесями в пределах склонов и водораздельного плато в подошве четвертичной толщи развиты **среднечетвертичные делювиальные суглинки (dQII)**, красновато-коричневые, коричневые, темно-красные и темно-коричневые, с прожилками гумуса, с частыми гнездами и вкраплениями темно-красной глины, серого алевролита, песка мелкого (1–2 см), в подошве с включением дресвы и щебня мергеля известкового, мощностью 0.8–2.0 м. Четвертичная толща в пределах площадки изысканий с поверхности до гл. 4.1 м подстилается **элювиальными верхнепермскими отложениями северодвинского и вятского ярусов (eP3s+v)**, представленными алевролитами и глинами. **Алевролиты (eP3s+v)** (суглинки и супеси), легкие песчанистые, красновато-коричневые, и зеленовато-серые, твердые, до полутвердых, трещиноватые, выветрелые, с частыми гнездами и прослойками глины, мощность слоя 0.7–2.3 м. **Глины (eP3s+v)** выветрелые, твердые, полутвердые, красновато-коричневые, с частыми гнездами мергеля, и с прослойками алевролита коричневого и зеленовато-серого, мощностью 0.6–3.5 м. Элювиальные грунты в пределах площадки изысканий с глуб. 1.0–15.6 м (отм. 73.8–89.6 м) **подстилаются коренными верхнепермскими отложениями северодвинского и вятского ярусов (P3s+v)**, представленными глинами, алевролитами, мергелями и песками. **Алевролиты (P3s+v)**, зеленовато-серые, коричневые и темно-коричневые, песчанистые и глинистые, с частыми гнездами (1–5 см) темно-красной глины, с глубиной прослоями слабо сцементированы до алевролитов, залегают в пределах всего района изысканий, в виде частых линз и более мощных прослоев в толще верхнепермских отложений, мощностью от 0.2 до 2.8 м.

Специальные заглубленные сооружения предназначены для обеспечения устойчивости склона и надежной эксплуатации существующих на нем жилых зданий. При этом высота ограждения котлована достигает до 10,0 м (рис. 4).

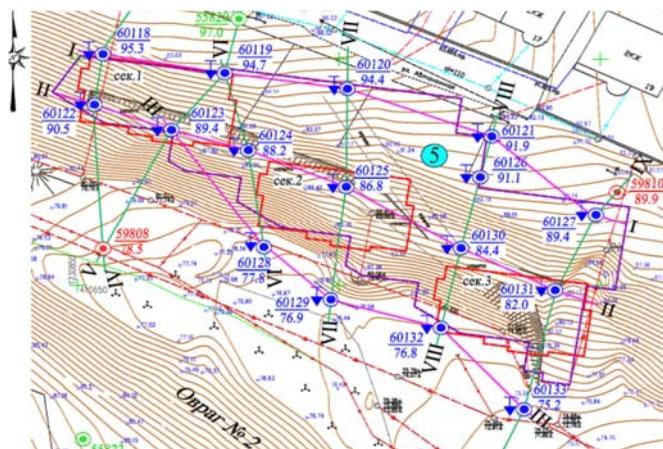


Рис. 2. План расположения инженерно-геологических выработок

Специальное вспомогательное сооружение представляет собой подпорную стенку (см. рис. 3–4), состоящую из конструкций ограждения и анкерных конструкций. Конструкции ограждения – буроинъекционные сваи по электроразрядной свайной технологии закрепленные от горизонтального смещения грунтовыми анкерами по ЭРТ-технологии, выполненных под углом 30–40°. По верху сваи объединены между собой с помощью обвязочной балки. Ограждение котлована выполнено, согласно расчетам выполненным в программном комплексе *GeoWall*. Шаг анкеров, а также расстояние от дна котлована до соответствующего яруса анкеров назначался согласно указанным в проекте разрезам. Грунтовые анкеры устраивались после первого этапа разработки котлована согласно указанным в проекте разрезам. Они представляют собой преднапряженные элементы с железобетонным корнем, получаемым путем электроразрядной обработки по длине скважины (анкера ЭРТ). Расчеты по прочности поперечных сечений буроинъекционных свай ЭРТ подпорных стен выполнены в программном комплексе *GeoWall*, основанного на методе Блюма-Ломейера (способ «упругой линии»).

Абсолютные горизонтальные перемещения верха ограждающей конструкции приведены в расчетах заанкеренного ограждения котлована. *Ниже приведен алгоритм конструирования и устройства*

заглубленных удерживающих конструкций. 1. В ходе устройства подпорной стенки строго соблюдалась этапность разработки грунта. 1.1. 1-й этап разработки грунта предусматривает разработку грунта до отметок, указанных на соответствующих разрезах, после устройства шпунтового ограждения в проектное положение. 1.2. Грунтовые анкеры 1-го яруса выполняются после 1 этапа разработки грунта. 1.3. Преднапряжение грунтовых анкеров производится в соответствии с ВСН 506-88 «Проектирование и устройство грунтовых анкеров». 1.4. По окончании работ по устройству грунтовых анкеров и их преднапряжению производится монтаж деревянной забирки. 1.5. Второй этап разработки предусматривает выемку грунта до проектных отметок грунтовых анкеров 2-го яруса.

Порядок работ по устройству грунтовых анкеров и монтажу забирки аналогичен работам 1-го этапа. 1.6. Третий этап предусматривает доработку грунта до проектных отметок дна котлована. 1.7. Приступать к разработке грунта следует только при соответствии прочности возведенной конструкции требованиям настоящего проекта. 1.8. Во время устройства шпунтового ограждения до засыпки пазух фундаментов производить геотехнический мониторинг за окружающей застройкой. 1.9. В процессе эксплуатации грунтовых анкеров не допускается динамических, вибрационных воздействий на них до засыпки пазух котлована. 2. В качестве конструкций ограждения котлована приняты: 2.1. Сваи ЭРТ вертикальные сплошного сечения диаметром бурения 300мм, армированы на всю высоту арматурными каркасами. 2.2. Принятая маркировка свай: Ср-10-30 (длина 10 м, буровой диаметр 300 мм), Ср-13-30 (длина 13 м, буровой диаметр 300 мм), Ср-15-30 (длина 15 м, буровой диаметр 300 мм), Ср-17-30 (длина 17 м, буровой диаметр 300 мм). 2.3. Анкеровка (арматурный выпуск из головы сваи) в железобетонный ростверк (плиту) 400 мм. 2.4. Заделка головы (железобетонный оголовок) сваи в железобетонный ростверк (плиту) 50 мм. 3. В качестве материала буронабъекционных свай ЭРТ приняты: 3.1. Для свай использовать самоуплотняющиеся мелкозернистые бетонные смеси класса по прочности В25, марка по водонепроницаемости не ниже W4 в соответствии с ГОСТ 26633-91 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые.

Технические условия», приготовленным на строительной площадке или на специализированных бетонных заводах. 3.2. Бетонная смесь должна соответствовать требованиям ГОСТ 7473-94.3. Смеси бетонные. Технические условия 3. Удобоукладываемость бетонной смеси П4...П5, проверяется по конусу АЗНИИ. 3.4. Водоотделение бетонной смеси не более 2%. 3.5. Бетонная смесь не

должна иметь включений щебня и гравия размером более 10 мм.

3.6. Для бетонных смесей использовать портландцемент без минеральных добавок марки по прочности не ниже М500.

3.7. Заполнителем для бетона служит кварцевый песок. Допускается применение чистых мелких песков с модулем крупности не менее 1.7.

3.8. При изготовлении свай допускается использовать следующие добавки: суперпластификаторы, ускорители твердения, замедлители схватывания, ингибиторы коррозии и противоморозные добавки.

3.9. Вода для бетонной смеси водопроводная и техническая, не содержащая сахаров и фенолов более 10 мг/л, нефтепродуктов и жиров. Водородный показатель (рН) от 4 до 12,5.

3.10. Запрещается добавлять в бетонную смесь воду для увеличения ее подвижности.

3.11. Подбор состава бетонной смеси с определением состава и количества добавок выполняется строительной лабораторией.

3.12. Армирование свай предусмотрено на всю длину и выполняется отдельными секциями из пространственных сварных каркасов. Соединение каркасов между собой выполнять внахлестку с помощью вязальной проволоки.

3.13. В качестве продольных стержней пространственного каркаса принята: – арматура диаметром 18 мм класса А500С; Поперечное армирование из арматуры диаметром 10 мм класса А240. Защитный слой бетона не менее 30 мм.

3.14. Жесткость пространственного каркаса обеспечивается стальными кольцами из труб диаметрами по 159 мм с толщиной стенки не менее 4 мм.

3.15. Для обеспечения защитного слоя бетона предусмотрены центраторы из стальных полос шириной по 20мм толщиной 4 мм в количестве не менее 3-х в одном поперечном сечении арматурного каркаса с шагом по длине каркаса не более 2 м.

3.16. Ручная дуговая сварка элементов пространственного каркаса между собой осуществляется электродами типа Э42А, Э46А, Э50А.

3.17. Для изготовления сварных каркасов применять арматуру из стали марки 35ГС запрещается.

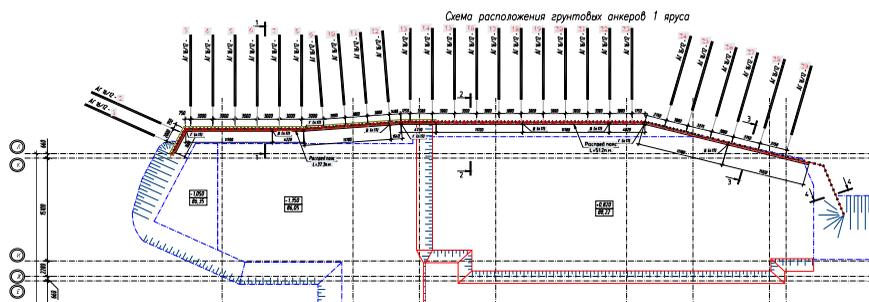


Рис. 3. Схема расположения грунтовых анкеров 1 яруса

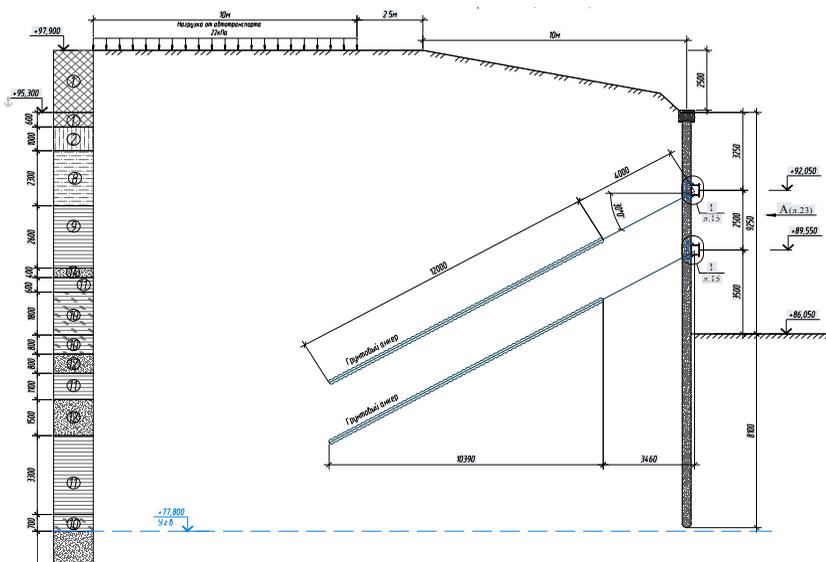


Рис. 4. Сечение 1–1 по подпорной стене

Список литературы / References

1. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.
2. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург: Геореконструкция, 2010. – 551 с.
3. Тер-Мартirosян, З. Г. Механика грунтов / З. Г. Тер-Мартirosян. – Москва: АСВ, 2009. – 550 с.
4. Улицкий, В. М. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям) / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – 2-е изд. доп. – Санкт-Петербург, 2012. – 284 с.
5. Соколов, Н.С. Применение буроинъекционных свай при закреплении склонов / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции (НАСКР-2005): материалы Пятой Всероссийской конференции. – Чебоксары: Изд-во Чувашского университета, 2005. – С. 292–293.
6. Соколов, Н. С. Метод расчета несущей способности буроинъекционных свай-РИТ с учетом «подпятников» / Н. С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции (НАСКР-2014): материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции. – Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета, 2014. – С. 407–411.

7. Соколов, Н. С. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай-ЭРТ / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов // «ОФимГ». – 2015. – №1. – С. 10–13.

8. Соколов, Н. С. Об эффективности устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями с использованием электроразрядной технологии / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов // Геотехника. – 2016. – №2. – С. 28–34.

9. Соколов, Н. С. Особенности устройства и расчета буроинъекционных свай с многоместными уширениями / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов // Геотехника. – 2016. – №3. – С. 60–66.

10. Соколов, Н. С. Технология устройства буроинъекционных свай повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов // Жилищное строительство. – 2016. – №9. – С. 11–14.

11. Соколов, Н. С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2017. – №5. – С. 34–38.

12. Соколов, Н. С. Сваи повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Т. Г. Федорова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 г.) / ред. кол.: Н. С. Соколов, Д. Л. Кузьмин, А. Н. Плотников [и др.]. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 411–415.

13. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 г.) / ред. кол.: Н. С. Соколов, Д. Л. Кузьмин, А. Н. Плотников [и др.]. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.

14. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – № 5. – С. 16–19.

15. Соколов, Н. С. Патент на полезную модель № 161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: № 2015126316/03; заявл. 01.07.2015; опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

16. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противопопозневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

17. Соколов, Н. С. Патент № 2605213 С1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте: №2015126349/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова».

18. Пичугин, Ю. П. Патент № 2282936 С1 Российская Федерация, МПК H03K 3/53. Генератор импульсных токов: №2005102864/09: заявл. 04.02.2005: опубл. 27.08.2006 / Ю. П. Пичугин, Н. С. Соколов; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная фирма «Форст».

19. Соколов, Н. С. Патент № 2318960 С2 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной сваи: № 2005140716/03: заявл. 26.12.2005: опубл. 10.03.2008 / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов, В. Ю. Таврин [и др.].

20. Никонорова, И. В. Хозяйственное освоение зоны влияния Чебоксарского водохранилища / И. В. Никонорова, Н. С. Соколов // Управління водними ресурсами в умовах змін клімату: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21 марта 2017 г.). – Київ: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2017. – С. 71–72.

21. Соколов, Н. С. Определение несущей способности буронабивных свай-РИТ со сформированными «подпятниками» / Н. С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 289–292.

22. Соколов, Н. С. Об ошибочном способе устройства буронабивных свай с использованием электроразрядной технологии / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №11. – С. 20–28.

23. Таврин, В. Ю. Патент № 2250957 С2 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Способ изготовления набивной сваи: №2003121751/03: заявл. 14.07.2003: опубл. 27.04.2005 / В. Ю. Таврин, Н. С. Соколов, В. А. Абрамушкин; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная фирма «Форст».

УДК 69

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТА

А.Г. Убаськин

студент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

Аннотация: данная статья рассматривает методы совершенствования организационно-технологических решений строительства объекта. Эта проблема на сегодняшний день становится актуальной, т. к. внедряются новые строительные процессы и в проект вносятся изменения, которые в большинстве случаев приводят к изменению технологии и организации работ. Актуальность исследования в этой области является разработка инновационной модели определения организационно-технологических и управленческих решений, которая позволяет выбирать наиболее оптимальные, эффективные и гибкие решения, адаптированные к среде и условиям строительного проекта.

Ключевые слова: организационно-технологические решения, эффективность, строительная площадка, планирование.

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR IMPROVING ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE CONSTRUCTION OF AN OBJECT

A.G. Ubaskin

student

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: this article examines the methods of improving organizational and technological solutions for the construction of an object. This problem is becoming relevant today, as new construction processes are being introduced and changes are being made to the project, which in most cases lead to changes in technology and organization of work. The relevance of research in this area is the development of an innovative model for determining organizational, technological and managerial decisions, which allows you to choose the most optimal, effective and flexible solutions adapted to the environment and conditions of the construction project.

Keywords: organizational and technological solutions, efficiency, construction site, planning.

На данный момент строительство является одной из главных фондообразующих отраслей в экономике и требует огромных человеческих и финансовых затрат, а также универсальных организационно-технологических решений. Если не учитывать организационно-технологические решения при строительстве зданий и сооружений, то возникает строительство в неэффективную. На сегодняшний день определены основные этапы выбора организационно-технологических решений для строительства зданий и сооружений.

Анализ научной литературы позволяет сделать вывод и о том, что низкое качество организационно-технологической документации обусловлено не только недостатками нормативных документов, но и отсутствием комплексных моделей обоснования и выбора организационно-технологических решений при разработке проектов организации строительства и проектов производства работ [1–9]. Отсутствие комплексных моделей обоснования и выбора организационно-технологических решений не позволяет обеспечить увязку проектных решений с планами, графиками, отражающими ход строительства, уместность организационно-технологических решений, проекта организации строительства и типовых технологических карт.

Исследованы методы и приёмы выбора наиболее эффективных организационно-технологических решений для строительства.

Сегодня можно выделить несколько основных направлений, приводящих к решению вопроса об оптимальном выборе метода работ.

Первая из этих областей наблюдается в процессе деятельности проектировщика, который пытается найти наиболее полезное решение для заданных условий и находит его, сравнивая несколько вариантов; в некоторых случаях этот процесс происходит подсознательно, когда нет четкой модели выбора. Исследования выбора рациональных методов работ, связанные с попытками аналитически решить проблему поиска организационного решения, можно отнести к следующей области. Аналитический подход к решению проблемы выбора оптимального организационно-технологического решения строительства не менее интересен. Существует много методов решения аналитических задач. Наконец, последняя

область наблюдается, когда проблема выбора метода работ становится примером применения методов математического программирования с использованием современного программного обеспечения, новых технологий (в частности, BIM) и разделов прикладной математики (исследование операций, теория систем и т. д.).

Оптимальность решений определяется в процессе анализа на каждом этапе разработки данных решений, что позволяет рассматривать организационные и технологические связи между отдельными элементами и сравнивать варианты друг с другом или с базовой версией.

Рассмотрим платформы, способствующие совершенствованию организационно-технологических решений. Технология информационного моделирования объектов BIM (Building Information Modeling). BIM включает подробную информацию о технологических, технических, архитектурных, конструктивных, инженерных, стоимостных и экономических характеристиках объекта. База данных может быть дополнена правовой, оперативной, экологической или другой информацией в зависимости от обстоятельств. Самым важным для нас является то, что он содержит базу данных технологических схем:

- исходная информация;
- анализ источников данных и формулировка проблемы;
- выбор оптимальных критериев;
- разработка вариантов организационно-технологических решений;
- оценка вариантов по критериям оптимальности;
- окончательный выбор варианта;
- расчет технико-экономических показателей.

Благодаря техническому прогрессу и распространению технологии информационного моделирования зданий (BIM) появились новые возможности для улучшения процессов проектирования, например, технология 4D BIM (3D модель + время) позволяет связывать компоненты здания с графиком строительства и визуализировать процесс строительства. Использование данных, хранящихся в информационной модели здания, интеграция этих данных с данными завершенных проектов, использование программного обеспечения для планирования и дальнейшая разработка алгоритмов автоматизации помогут сократить время и улучшить качество составления рабочего графика. Таким образом, данная платформа

влияет на эффективность организационных и в первую очередь технологических решений.

ARCHICAD STAR (T) Edition может использоваться в качестве одного из инструментов, поскольку он содержит все функции, необходимые для создания планов этажей, видов в разрезе, фасадов, рабочих диаграмм, 3D-видов и детализации проектов BIM. STAR (T) Edition отличается высокой производительностью и значительными улучшениями работы с проектной документацией. ARCHICAD STAR (T) Edition содержит большинство функций и решений ARCHICAD 20. Весь программный пакет обычно используется для комплексной разработки проекта при использовании программ BIM.

Схемы взаимодействия программного обеспечения для информационного моделирования могут включать в себя неограниченное количество программ. В стандартный пакет программного обеспечения входят приложения Microsoft Office, а также программы трехмерного моделирования – Archicad, программы визуализации (3D Max, BIMx), программа генерального плана (Civil3D), программы расчета (Allplan, Lira, Tekla), и много других программ. Среди них есть особая группа программ для разработки организационных и технологических решений: Primavera, MS Project, Integra, Navisworks и многие другие программы. Следует отметить, что вышеперечисленные программы являются мощнейшими инструментами в части организационных решений в строительстве, как в одной из отрасли управления проектами.

В строительстве технологическая карта (ТК) является одним из основных организационных и технологических проектных документов. Блок-схема основана на плане действий по организации труда с использованием наиболее эффективного современного механического оборудования, машин, инструментов и приспособлений. Технологическая карта обеспечивает экономичное, качественное и безопасное выполнение работ, поскольку отражает нормативные требования и инструкции по технике безопасности. Опыт и тенденции демонстрируют необходимость разработки технологии автоматического выбора ТК и интеграции автоматизации выбора ТК в производство с использованием технологии информационного моделирования. Для разработки оптимальной методики выбора Организационно-технологических решений изучены критерии, влияющие на выбор организационно-технологического решения строительно-монтажных работ.

Экспертный опрос позволил определить и оценить основные критерии, больше всего влияющие на выполнение строительно-монтажных работ. Согласно результатам анализа, критерии могут быть расположены от наибольшего к наименьшему весу следующим образом: стоимость, продолжительность, степень механизации и трудоемкость. Разработан шаблон и алгоритм автоматического выбора ТК из базы данных. Они позволяют автоматически выбирать блок-схему, наиболее подходящую для данного строительного проекта [1]. Методика, основанная на экспертных оценках, позволяет не только сравнивать методы работ с учетом влияния сочетаний факторов производства и способов их взаимодействия, но и системно анализировать проблемы выбора наилучшего метода из доступных. Техника может быть интегрирована в практику путем разработки программного обеспечения на основе информационного моделирования.

Интеграционное предложение состоит в связывании разработанной методики и алгоритма с программой проектирования организационно-технологических решений. Для решения этой проблемы возможно внедрение систем, например, с Navisworks. Для анализа полезности таких интеграций рассмотрим данные исследования, проведенного McGraw-Hill Construction. Согласно опросу, 41% респондентов предполагают, что их прибыль увеличилась после введения BIM; 55% уверены, что BIM помогает снизить стоимость проекта (39% из них указывают на снижение затрат более чем на 25%); 41% убеждены, что BIM не приводит к изменению численности работников; 21% и 13% – что требуется меньше/больше персонала после введения BIM, соответственно. Внедрение предложенной модели автоматизации основано на построении программных комплексов информационного моделирования зданий с привязкой алгоритма к программе организационного и технологического планирования. Такая связь между алгоритмом автоматического выбора ТК и программой информационного моделирования позволяет использовать особую технику для выбора организационного и технологического решения.

Выбор метода строительства характеризуется построением моделей, служащих основой для определения оптимального решения. Построение модели требует точного определения цели, областей, условий методов и средств, а также критериев и методов оценки результатов. Математическая модель строительства здания исполь-

зуются для точного анализа физических, экономических и организационных параметров, а также для прогнозирования поведения модели в случае изменения этих параметров. Среди первых моделей организации и технологии строительства были сетевые модели. Результаты длительного использования этих моделей демонстрируют как их эффективность, так и недостатки. Последние вызваны несовершенством сетевых моделей, недостаточной гибкостью их в условиях строительства, а также тем, что они не учитывают многомерную технологию и организацию работ. Сетевые модели, используемые в настоящее время в России, слишком «жесткие»; они исключают варианты выполнения работ, если ресурсы становятся ограниченными, и отражают субъективный подход проектировщиков. Согласно публикациям по планированию и управлению, сетевые модели скоро станут эффективным средством как для оценки процесса строительства, так и для его контроля. Сетевые модели уже стали предметом специальных исследований в России и за рубежом. Важнейшая причина, обосновывающая такие подробные исследования, заключается в особенностях математических характеристик сетевых моделей. Эффективность процесса поиска оптимального решения может быть значительно повышена за счет использования этих особенностей. В настоящее время пути решения проблемы в первую очередь сводятся к поиску имитационных моделей, более или менее отражающих процесс возведения зданий и связанных с ними конструкций. Новейшие модели основаны на различном математическом аппарате (статистическая теория принятия решений, теория игр, теория корреляции и т. д.).

В работах показана взаимосвязь между процессами управления отдельными строительными проектами и управлением строительно-монтажной организацией в целом. При этом взаимосвязь системы «предприятие – проект» обеспечивается потоками управленческой информации. Надежность таких потоков поддерживается качественными организационно-технологическими и управленческими решениями.

В работе показано, что требования к процессу управления строительными проектами закладывают требования к структуре и методам управления предприятием.

По результатам анализа развития методов совершенствования организационно-технологических решений строительных предприятий можно сделать следующие выводы. Актуальной является задача оптимизации организационно-технологических и управленческих связей, возникающих между строительным проектом и

предприятием. Основное преимущество использования математического моделирования заключается в том, что оно помогает не только определять оптимальные решения, но и учитывать все события, которые могут произойти в конкретных технико-экономических и организационных условиях. Специально разработанные аналитические системы для математического моделирования и технических вычислений используются для реализации рассмотренных задач и повышения теоретической обоснованности предложенных методов. Согласно изученным данным, использование предложенных методов и разработка организационно-технологических решений для строительства даст возможность эффективно управлять проектами строительства для достижения высокой рентабельности и качества строительно-монтажных работ. Безусловно, это положительно скажется на надежности самих конструкций и безопасности эксплуатации.

Выводы. Совместимость программного обеспечения и форматов данных является наиболее актуальной проблемой развития технологий. Интеграция программ моделирования и программ автоматизации управления оперативным зданием является перспективной областью.

Таким образом, сложилась ситуация, когда научно обоснованные подходы к проектированию и функционированию системы принятия и согласования организационно-технологических решений в строительстве не соответствуют практике развития рынка, что обуславливает актуальность разработки новых подходов и методов. Совершенствование принципов разработки и анализа организационно-технологических решений на основе новых технологий качественно повышает уровень организации производственной деятельности строительных предприятий.

Список литературы / References

1. Вильман, Ю. А. Технология строительных процессов и возведения зданий. Современные прогрессивные методы / Ю. А. Вильман. – Москва: АСВ, 2013. – 336 с.
2. Горячев, О. М. Организационно-технологические основы возведения жилых зданий в стесненных условиях / О. М. Горячев, И. Ф. Бунькин, Л. В. Прыкина // Механизация строительства. – 2004. – №1. – С. 6–7.
3. Горячев, О. М. Организационно-технологическая подготовка строительства многоэтажных зданий в стесненных условиях: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.22 / О. М. Горячев. – Москва, 2004. – 185 с.
4. Новосельцева, Е.Л. Технология возведения зданий и сооружений: учебное пособие / Е. Л. Новосельцева. – Киров: ПРИП ГОУ ВПО «ВятГУ», 2012. – 180 с.

5. Стойчев, В. Б. Технология возведения зданий и сооружений. Часть 2 / В. Б. Стойчев // Производство строительного-монтажных работ. – 2011. – №2. – С. 36–49.

6. Типовые методические рекомендации по планированию и учету себестоимости строительных работ / Утверждены Министерством строительства РФ от 04.12.95 № БЕ-11-260/7.

7. Улицкая, Н. Ю. Государственно-муниципально-частное партнерство в управлении социально-экономическим развитием муниципального образования / Н. Ю. Улицкая, М. С. Акимова, М. С. Комарова // Экономика и предпринимательство. – 2013. – №12-2 (41-2).

8. Иванова, Л. П. Анализ финансово-хозяйственной деятельности в системе управления государственным (муниципальным) учреждением / Л. П. Иванова, В. В. Магуськин; ФГОУ ВПО «Российская акад. нар. хоз-ва и гос. Службы», Чебоксарский фил. ФГБОУ ВПО «Российская акад. нар. хоз-ва и гос. Службы». – Чебоксары: Новое время, 2011. – 179 с. ISBN 978-5-4246-0104-0. EDN QVJXKZ.

9. Кирисов, Д. Е. Применение инновационных технологий в индивидуальном строительстве / Д. Е. Кирисов, А. В. Сундырев // Наука. Наследие. Университет: сборник материалов Международной 56-й научной студенческой конференции. Посвящается Году культурного наследия народов Российской Федерации, Году выдающихся земляков в Чувашской Республике (Чебоксары, 08–15 апреля 2022 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2022. – С. 241–244. EDN ZDVRVA.

УДК 624.1

УСИЛЕНИЕ ОСНОВАНИЯ ДЕФОРМИРОВАННОЙ ПРОТИВООПОЛЗНЕВОЙ ПОДПОРНОЙ СТЕНЫ

Т.В. Ялуков

студент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

Аннотация: проблема повышения несущей способности оснований всегда являлась актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. Применение нетрадиционных способов усиления оснований. Часто встречаются случаи применения существующих удерживающих железобетонных конструкций под новые дополнительные нагрузки от вновь возводимых объектов. В таких случаях применение буроинъекционных свай ЭРТ и грунтовых анкеров ЭРТ во многих случаях успешно решает наиболее сложные геотехнические проблемы усиления перегруженных оснований.

Ключевые слова: геотехническое строительство, электроразрядная технология ЭРТ, буроинъекционная свая ЭРТ, грунтовые анкера ЭРТ.

REINFORCEMENT OF THE BASE OF THE DEFORMED ANTI-LANDSLIDE RETAINING WALL

T.V. Yakulov

student

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the problem of increasing the bearing capacity of foundations has been an urgent issue in modern geotechnical engineering for a long time. There is a need for innovative solutions to strengthen the bases of these structures. One such solution is the use of non-traditional techniques, such as electric discharge (ED) technology. ED technology, also known as ERT (electric discharge), has proven to be a successful method for strengthening overloaded bases and solving complex geotechnical issues. In cases where existing reinforced concrete structures are used for new loads, such as those from newly constructed facilities, the use of ERT drilling piles and ground anchors can often solve the most challenging geotechnical problems. These methods are often effective in strengthening overloaded and underperforming foundations.

Keywords: geotechnical engineering, ERT electric discharge technology, ERT drilling-injection piles, ERT ground anchors.

Обеспечение безопасной эксплуатации вновь возводимых объектов на площадках со сложным рельефом и слабыми физико-механическими характеристиками требует особого подхода [1–13, 17–18]. Часто при современном строительстве приходится встречать усиленные ранее склоны. Чаще всего они укреплялись с помощью удерживающих конструкций – заглубленных железобетонных конструкций, подпорные стены. В большинстве случаев они по расчетной схеме относятся к строительным конструкциям консольного типа. Отличительной особенностью таких стен от раскрепленных является то, что они подвергаются деформации даже небольших дополнительных внешних нагрузках. Возможность воспринять существенные возросшие нагрузки от вновь возводимого объекта, существенно снижены, и говорить о их работоспособности не приходится. В таких случаях необходим нестандартный подход в вопросах их использования для целей обеспечения устойчивости как склона, так и самих удерживающих конструкций.

В данной статье рассматривается случай приспособления и использования существующей консольной уголкового железобетонной подпорной стены в качестве удерживающей железобетонной

Современные конструктивные и организационно-технологические решения в строительстве инженерных систем и ЖКХ

конструкции при дополнительной высокой внешней нагрузке строящегося полотна автомобильной дороги. Следует отметить, что существующая уголковая стена уже была деформирована. Отклонение от вертикали доходило до 950,0 мм при ее высоте 5,0 метров. Эту стену было решено усилить с помощью дополнительных буроинъекционных свай ЭРТ и превратить из консольной в раскрепленную с помощью грунтовых анкеров ЭРТ. Ниже в таблице 1 приведен один из подходов в использовании деформированной железобетонной подпорной стены на свайном основании из призматических забивных свай.

Таблица 1

Заглубленные железобетонные конструкции, используемые в проекте приспособления

| №№ п/п | Конструкции, используемые в проекте приспособления |
|--------|--|
| 1 | Удерживающие железобетонные конструкции представляют комплекс, состоящий из анкерных конструкций из анкеров ЭРТ, подпорной стенки из призматических забивных свай и железобетонных контрфорсов на свайном основании из буроинъекционных свай ЭРТ |
| 2 | Подпорная стенка из свай – буроинъекционные сваи по электроразрядной свайной технологии (сваи ЭРТ), объединенные по верху монолитными железобетонными ростверками. Железобетонные контрфорсы подпирают и связывают существующие с возводимыми конструкциями |
| 3 | Грунтовые анкера, изготавливаемые по электроразрядной технологии (анкера ЭРТ), изготавливаемые по электроразрядной технологии (анкера ЭРТ) устраиваются на начальном этапе производства работ и обеспечивают устойчивость уголковой железобетонной подпорной стены ПС1 на время производства работ и на период эксплуатации. Они представляют собой преднапряженные элементы с железобетонным корнем, получаемым путем электроразрядной обработки грунта по длине скважины |

На рисунке 1 приведен план заглубленных железобетонных конструкций усиленной буроинъекционными сваями ЭРТ, грунтовыми анкерами ЭРТ и монолитными железобетонными контрфорсами.

оползневым отложениям dpQ ($P3s + v$), аллювиальным отложениям ($aQIII$), верхнепермским пескам мелким, пылеватым, средней крупности, водонасыщенным, песчаным прослоям в верхнепермских глинах и суглинках (алевритах) песчанистых и мергелях известковистым ($P3s + v$). Водоупором служат более плотные нижележащие верхнепермские глины ($P3s + v$). Инженерно-геологический разрез с указанием вертикальной привязки, существующей и вновь возводимой стенок приведен на рис. 2.

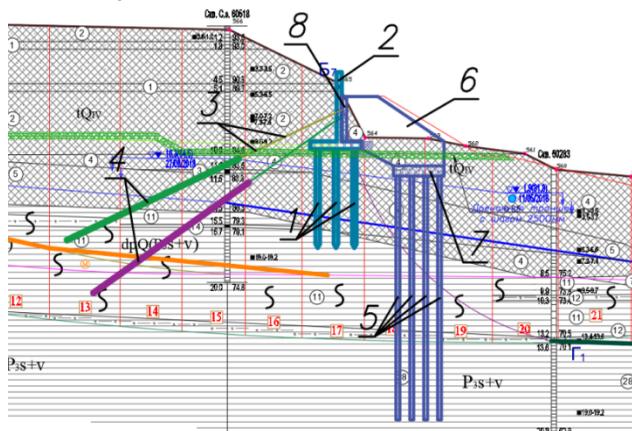
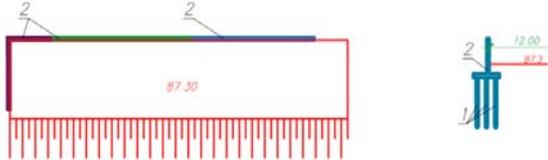
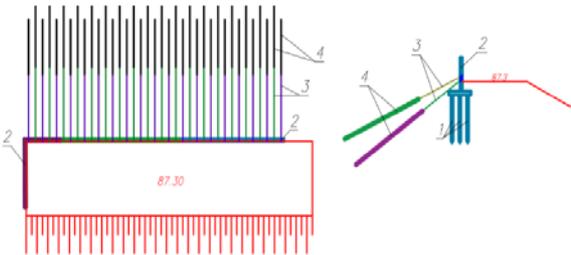


Рис. 2. Вертикальная привязка свайных фундаментов в инженерно-геологический разрез: 1 – свайное основание из призматических железобетонных свай под существующий; 2 монолитный железобетонный уголковый ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ (3 – анкерная тяга; 4 – корень анкера); 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк; 8 – пристенный линейный дренаж

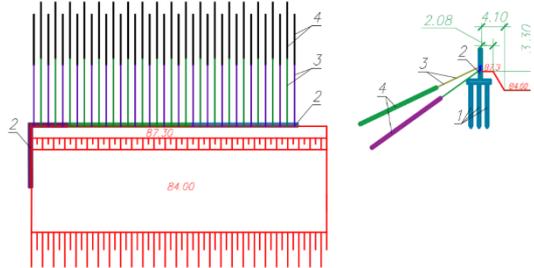
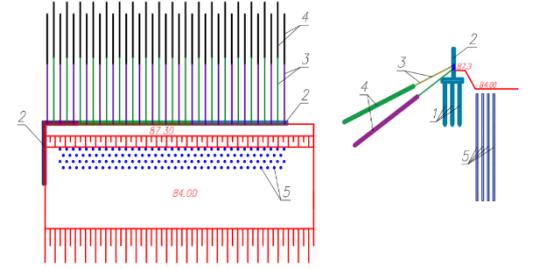
Для использования существующей подпорной стены с целью восприятия ею дополнительных возросших внешних нагрузок был разработан проект приспособления с устройством дополнительных заглубленных железо-бетонных конструкций с использованием буроинъекционных свай ЭРТ, грунтовых анкеров ЭРТ, монолитных железобетонных контрфорсов и превращения ее расчетной схемы из консольной в раскрепленную. Ниже в таблице 2 приводится алгоритм производства геотехнических работ, разделенный на этапы. Следует отметить, что их разделение на этапы связано с необходимостью обеспечения устойчивости склона при строительстве и создания безопасных условий производства работ.

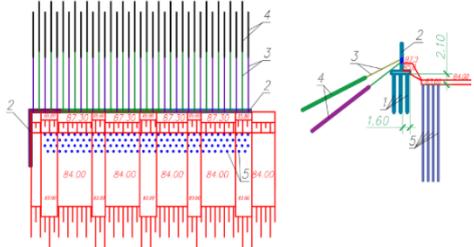
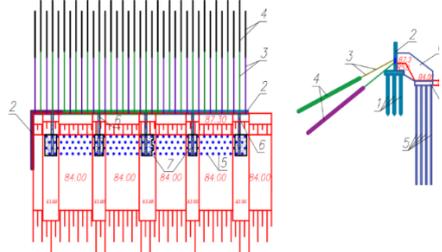
Таблица 2

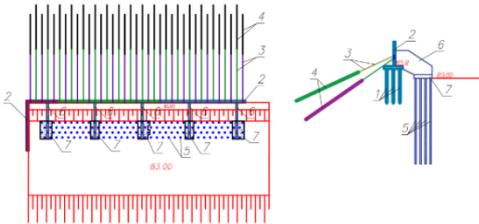
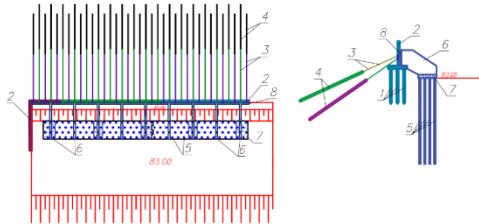
Алгоритм производства геотехнических работ

| №№ п/п | Наименование геотехнического этапа | Схема геотехнического этапа |
|-----------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Устройство бермы до отм. 87.3 |  <p>Схема устройства грунтовой бермы до отм. 87,3: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголковый железобетонный ростверк</p> |
| 2 | Алмазное сверление отверстий, устройство и натяжение грунтовых анкеров ЭРТ |  <p>Схема сверления отверстий в ростверке для устройства и натяжения грунтовых анкеров ЭРТ: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголковый железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ</p> |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 |
|---|-------------------------------------|---|
| 3 | Разработка грунта до отм. 84.0 |  <p>Схема разработка грунта до отм. 84.0: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ</p> |
| 4 | Устройство буринъекционных свай ЭРТ |  <p>Схема устройства грунтовых анкеров ЭРТ усиления существующих ростверков (3,4) и буринъекционных свай ЭРТ (5) усиления основания: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ</p> |

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| 5 | <p>Локальная разработка грунта в траншеях под ростверки до отм. 83.0 м</p> |  <p>Схема к локальной разработке грунта в траншеях под ростверки до отм. 83.0 м: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкоый железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания</p> |
| 6 | <p>Первый этап устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм</p> |  <p>Схема первого этапа устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкоый железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк</p> |

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|--|
| 7 | Разработка грунта до отм. 83.0 м |  <p>Схема разработки грунта до отметки 83.0: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк</p> |
| 8 | Завершение устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм |  <p>Схема устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм на завершающем этапе: 1 – призматические железо-бетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк</p> |

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| 9 | Устройство дренажа, засыпка пазух монолитной железобетонной уголковой подпорной стенки, планировка участка |  <p>Схема устройства пристеннолинейного дренажа, засыпки пазух подпорной стены и планировки участка: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголковый железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк; 8 – пристенныйлинейный дренаж</p> |

Выводы

1. Рассмотренный в статье подход приспособления существующей удерживающей конструкции с использованием буроинъекционных свай ЭРТ, грунтовых анкеров ЭРТ и монолитных железобетонных контрфорсов создать совершенно новую удерживающую раскрепленную подпорную стену.

2. Вновь запроектированная и возведенная подпорная стена позволила обеспечить устойчивость перегруженного основания и создала условия безопасного производства работ.

Список литературы / References

1. Cai, F., Ugal, K. (2000). Numerical analysis of the stability of a slope reinforced with piles. *Soils and Foundations*. 40(1). Pp. 73–84.
2. Ilichev V. A., Mangushev, R. A., Nikiforova, N. S. (2012). Experience Of Development Of Russian Megacities Underground Space. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. 2. Pp. 17–20.
3. Ulickij, V. M., Shashkin, A. G., Shashkin, K. G. (2010). Geotechnical Support of Urban Development. St. Petersburg, Georeconstruction Publ. 551 p.
4. Ilichev, V. A. Konovalov, P. A., Nikiforova, N. S., Bulgakov L. A. (2004). Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow. *Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering*, April 3–17. New York. P. 5–24.
5. Ilyichev, V. A., Nikiforova, N. S., Koreneva, E. B. (2007). Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation tranches. *Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering*. Madrid, Spain, 24-27th September 2007 «Geo-technical Engineering in urban Environments». Vol. 2. P. 581–585.
6. Nikiforova, N. S., Vnukov D. A. (2011). Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp. "Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16-18 May, 2011, to28 IS Roma, AGI. №157NIK.
7. Petrukhin, V. P., Shuljatjev, O. A., Mozgacheva, O. A. (2003). Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction. *Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*. Prague.
8. Sokolov, N. S. (2018). Ground anchor produced by electric discharge technology, as reinforced concrete structure. *Key Engineering Materials*. P. 76-81.
9. Sokolov, N. S., Pushkarev, A. E., Evtiukov, S. A. (2019). Methods and technology of ensuring stability of landslide slope using soil anchors. *Geotechnics fundamentals and applications in construction: new materials, structures, technologies and calculations: Proceedings of the international conference on geotechnics fundamentals and applications in construction: new materials, structures, technologies and calculations, GFAC 2019* (Saint petersburg, 06–08 февраля 2019 г.). – Saint petersburg: Taylor & Francis Group. P. 347–350.

10. Соколов, Н. С. Электроимпульсная установка для изготовления буринъекционных свай / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2018. – №1-2. – С. 62–65.

11. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – №5. – С. 44–47.

12. Соколов, Н. С. Сваи повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Т. Г. Федорова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 411–415.

13. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буринъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.

14. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буринъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.

15. Патент на полезную модель №161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: №2015126316/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

16. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – № 12. – С. 23-27. DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

17. Sokolov, N. S., Viktorova, S. S., Alekseeva, G. N. [et al.] (2022). Optimum Type of Depth Reinforced Concrete Structures When Strengthening the Foundation of Industrial Buildings. Lecture Notes in Civil Engineering. Vol. 197. P. 281–287. DOI 10.1007/978-981-16-6593-6_30. EDN GERAAQ.

18. Соколов, Н. С. Оптимальный тип заглубленных железобетонных конструкций при усилении оснований фундаментов промышленных зданий / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Г. Н. Алексеева [и др.] // Строительство и застройка: жизненный цикл–2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 г.). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 344–352. EDN TFBHFE.

СЕКЦИЯ 2. СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

УДК 628.1

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИИ И УСТРОЙСТВА СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЖИЛОГО ДОМА

А.С. Григорьев

студент

Н.Г. Русинова

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: статья посвящена инновациям в проектировании и устройстве водоснабжения новых жилых зданий. Целью работы является выявить современные технологии и оборудование для систем водоснабжения.

Ключевые слова: водоснабжение, цифровая модель, расходы воды, требуемый напор, коллекторная разводка, регулятор давления.

MODERN TECHNOLOGIES OF ORGANIZATION AND INSTALLATION OF WATER SUPPLY SYSTEMS BY EXAMPLE RESIDENTIAL BUILDING

A.S. Grigoriev

student

N.G. Rusinova

senior lecturer

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the article is dedicated to innovations in the design of water supply systems for new residential buildings. The aim of the study is to identify modern technologies and equipment for water supply systems.

Keywords: water supply, digital model, water consumption, required pressure, manifold distribution, pressure regulator

В 2023 г. в Российской Федерации объемы жилищного строительства выросли до 140 млн м². В Чувашской Республике сдано в эксплуатацию 781 тыс. м². Эта тенденция сохранится и в ближайшей перспективе. Надо отметить, что растут не только объемы жилья, но и качество строительства. Повышаются требования к проектированию и устройству зданий и инженерных систем. Особое внимание уделяется повышению надежности систем отопления, вентиляции, водоснабжения и водоотведения [7–8]. В настоящей статье представлены исследования в области современных технологий в проектировании и устройстве системы водоснабжения на примере 9-ти этажного жилого дома. Для определения требуемого напора приведен пример расчета.

Объектом исследования является многоквартирный жилой дом.

Предмет – инновации в проектировании и устройстве систем водоснабжения.

Здание состоит из 9 этажей и 4 подъездов, цокольного этажа и чердака. Высота жилых этажей 2,8 м. Имеется технический чердак высотой от пола до потолка 1,78 м.

Водомерный узел и насосная станция расположены в цокольном этаже блок-секции А. ПУИ расположено в цокольном этаже блок-секции Б. Крышная котельная размещена на кровле блок-секции В. Система холодного водоснабжения принимается кольцевой с нижней разводкой и закольцовкой по чердаку. Магистральные сети водоснабжения прокладываются под потолком цокольного этажа, закольцовка стояков холодного водоснабжения, а также стояков горячего водоснабжения предусмотрена по техническому чердаку и цокольному этажу.

Материалы и методы исследования

Гарантированный минимальный напор в наружной сети водопровода в точке подключения, согласно техническим условиям, составляет 40 м.

Требуемый напор $H_{тр.}$, м, определяется по формуле 19 (СП 30.13330.2020) [1].

$$H_{тр.} = H_{geom} + \sum H_t + H_f,$$

где H_{geom} – геометрическая высота подачи воды, от оси насоса до наиболее высоко расположенного водоразборного прибора, м;

H_t – сумма потерь давления в сети водопровода холодной или горячей воды (в узле ввода, счетчиках, оборудовании, арматуре

трубопроводов) по диктующему направлению до наиболее высоко расположенного водоразборного прибора, м;

H_f – свободный напор (давление на излив), м. $H_f = 25$ м согласно требованиям ООО Газсервис.

Подбор счетчиков холодной воды.

Подбор счетчика холодной воды осуществляется согласно табл. 12.1 (СП 30.13330.2020) [1]. Для счетчика диаметром 40 мм: $h = S \times q^2 = 0,5 \times (2,23)^2 = 2,49$ м;

где S – гидравлическое сопротивление счетчика, принимаемое согласно табл. 12.1 [1].

Счетчик с предварительно принятым диаметром следует проверять:

а) на пропуск расчетного максимального часового расхода, при этом потери давления не должны превышать для крыльчатых счетчиков 0,05 МПа, для турбинных – 0,025 МПа. Из паспорта на крыльчатый счетчик ВСХНд-40:

$$\Delta P_a = 25 \times (5,13)^2 \times 10^{-4} = 0,066 \text{ кгс/см}^2 = 0,66 \text{ м} = 0,0066 \text{ Мпа} < 0,05 \text{ МПа}$$

б) на пропуск максимального (расчетного) секундного расхода воды с учетом подачи расчетного расхода воды на внутреннее пожаротушение, при этом потери напора в крыльчатом счетчике не должны превышать 0,1 МПа. В турбинном - 0,05 МПа.

$$\Delta P_a = 25 \times (2,23 \times 3,6)^2 \times 10^{-4} = 0,157 \text{ кгс/см}^2 = 1,57 \text{ м} = 0,0157 \text{ Мпа} < 0,1 \text{ МПа}$$

в) на возможность измерения расчетных минимальных часовых расходов холодной и горячей воды; при этом минимальный расход воды для выбранного счетчика (по паспорту прибора в зависимости от метрологического класса) не должен превышать расчетный минимальный часовой расход воды.

- минимальный расход (по паспорту) – 0,30/0,16/0,06 м³/ч;
- минимальный расход воды прибором (унитаз со смывным бачком по Приложению А п.16 СП30.13330.2020) – 0,1 л/с = 0,36 м³/ч;
0,36 м³/час > 0,15 м³/час

Подобранный в проекте крыльчатый счетчик ВСХНд-40 удовлетворяет вышеперечисленным требованиям.

Соответственно для ввода в водомерном узле В1 по расчету подобран крыльчатый счетчик ВСХНд-40. (или аналог) Водомерный узел на вводе в здание изображен на рис. 1.

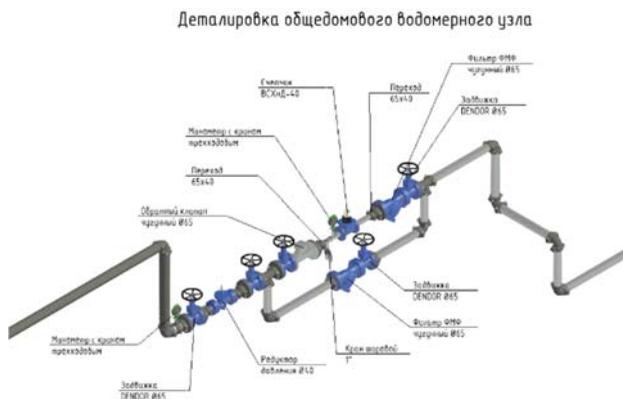


Рис. 1. Водомерный узел

Итоговый требуемый напор на хозяйственно-питьевые нужды на вводе в здание определяется следующим образом:

$$N_{тр} = N_{геом.} + N_{дл.} \times 1,3 + N_{сч.общ.} + N_{сч.итп} + N_{св} = 34,65 + 2,41 + 2,49 + 2,37 + 25 = 67,00 \text{ м.}$$

где, $N_{геом.} = 5,45 + 27,7 + 1,5 = 34,65 \text{ м;}$

$N_{дл.} = 1,85 \times 1,3 = 2,41 \text{ м;}$

$N_{св} = 25 \text{ м}$ – потребный (свободный) напор для корректной работы оборудования в котельной;

$N_{сч. общ} = 2,49 \text{ м.}$

При диаметре условного прохода счетчика 40 мм:

Гидравлическое сопротивление счетчика, $S = 0,5 \text{ м/(л/с)}^2$;

Общий расход воды, проходящий через счетчик, $q = 2,23 \text{ л/с.}$

На вводе хозяйственного водопровода устанавливается водомерный узел со счетчиком диаметром 40 мм, для учета нужд общего водопотребления.

$N_{сч.общ} = 2,49 \text{ м:}$

При диаметре условного прохода счетчика 40 мм:

Гидравлическое сопротивление счетчика, $S = 0,5 \text{ м/(л/с)}^2$;

Общий расход воды, проходящий через счетчик, $q = 2,23 \text{ л/с.}$

Потери напора на счетчике составят:

$$h = 2,23^2 \times 0,5 = 2,49 \text{ м.}$$

Для учета воды на приготовление горячего водоснабжения в крышной котельной на системе холодного водоснабжения устанавливается водомерный узел со счетчиком диаметром 32 мм.

Нсч.кот = 2,37 м

При диаметре условного прохода счетчика 32 мм:

Гидравлическое сопротивление счетчика, $S = 1,3 \text{ м}/(\text{л}/\text{с})^2$;

Общий расход воды, проходящий через счетчик, $q = 1,35 \text{ л}/\text{с}$.

Потери напора на счетчике составят:

$$h = 1,35^2 \times 1,3 = 2,37 \text{ м} < 2,5 \text{ м}.$$

Для учета расхода холодной и горячей воды в квартирах устанавливаются счетчики с возможностью беспроводного съема данных диаметром 15 мм:

При диаметре условного прохода счетчика 15 мм:

Для холодного водоснабжения:

Гидравлическое сопротивление счетчика, $S = 14,5 \text{ м}/(\text{л}/\text{с})^2$;

Общий расход воды, проходящий через счетчик, $q = 0,20 \text{ л}/\text{с}$.

Потери напора на счетчике составят:

$$h = 0,20^2 \times 14,5 = 0,58 \text{ м} < 5 \text{ м}.$$

Суммарные потери напора составляют 67,00 м. Гарантируемого напора недостаточно на обеспечение хозяйственно-питьевых нужд здания, следовательно, необходимо подобрать насосную группу.

$$N_{\text{насоса}} = N_{\text{тр}} - N_{\text{гар}} = 67,0 - 40 = 27,0 \text{ м}$$

На хозяйственно питьевые нужды принята установка - со следующими характеристиками: $Q = 2,23 \times 3,6 = 8,03 \text{ м}^3/\text{час.}$, $H = 27,00 \text{ м}$, обеспечивающая необходимый напор на системы горячего и холодного водоснабжения. Насосная установка принимается состоящей минимум из трех насосных агрегатов (2 рабочих + 1 резервный), с частотным регулированием.

Насосные установки – I категории надежности по электроснабжению. Работа насосной установки на хозяйственно питьевые нужды автоматизирована с помощью частотного преобразователя. В повысительной насосной установке предусматривается: автоматический пуск и отключение рабочего насоса в зависимости от требуемого давления в системе; автоматическое включение резервного насоса при аварийном отключении рабочего насоса. Также предусматривается виброизолирующее основание насосной установки, гибкие вставки на трубопроводах. Насосная установка изображена на рис. 2.

Детализовка обвязки насосной станции хозяйственно-питьевого водоснабжения

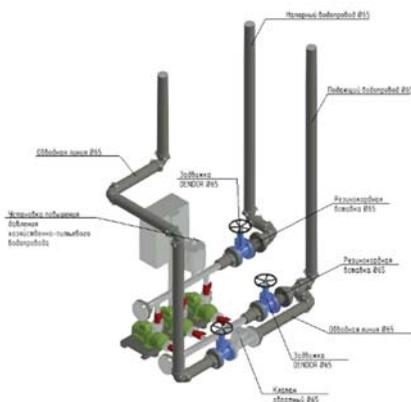


Рис. 2. Насосная установка

В соответствии с [1] напор в нижних точках подключения не должен превышать 45 м вод. ст. Для снижения давления на каждом коллекторе в квартире устанавливается регулятор давления. Коллекторы устанавливаются в общих коридорах, оборудуются запорной арматурой, фильтрами, счетчиками воды с импульсным входом, регуляторами давления. Поквартирный коллекторный узел изображен на рис. 3.

Детализовка распределительного этажного коллектора

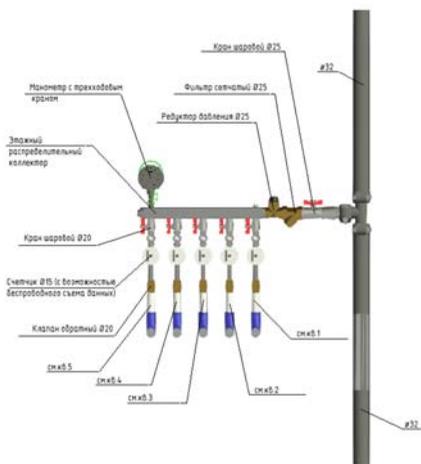


Рис. 3. Поквартирный коллектор водоснабжения

Результаты и проблематика

Для реализации цифровой модели системы водоснабжения жилого дома использовалось BIM – моделирование с применением ПО Revit. На рис. 4 представлен фрагмент цифровой модели системы водоснабжения жилого дома. Также все представленные выше узлы системы выполнены с использованием технологий информационного моделирования.

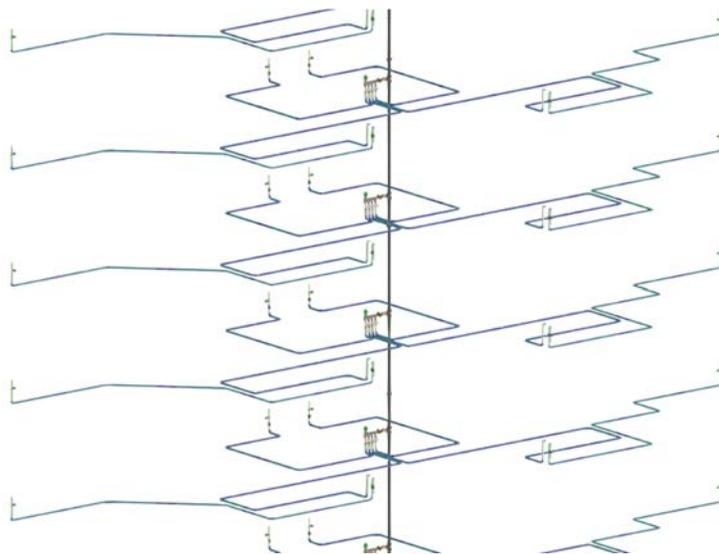


Рис. 4. Фрагмент изометрической проекции водоснабжения в программе Revit

Заключение

Проектирование с использованием технологий информационного моделирования все больше внедряется в проектных организациях. Создание цифровой модели объекта и инженерных систем позволяет автоматизировать процесс проектирования, значительно сократить время и ресурсы для создания проекта. Инженерные системы предусматривают использование современных технологий и оборудования. К такому оборудованию можно отнести установки для повышения давления с частотным регулированием напора, поквартирную коллекторную разводку с использованием счетчиков воды с импульсным входом, регуляторов давления и др. Такие технологии и оборудование повышают надежность систем и качество

предоставляемых услуг. Это в свою очередь, ведет к повышению комфорта проживания в жилых домах.

Список литературы / References

1. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий.
2. СП 54.13330.2022. Здания жилые многоквартирные.
3. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
4. СП 40-102-2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов.
5. СП 40-103-98. Проектирование и монтаж трубопроводов систем холодного и горячего внутреннего водоснабжения с использованием металлополимерных труб.
6. СП 73.13330.2016. Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85.
7. Rusinova, N. G., Fedorov, N. A. The issues of reliability of microclimate creation systems. Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Т. 197. – С. 247–253.
8. Терехова, О. П. Экологические проблемы водопользования / О. П. Терехова, Т. В. Щенникова // Инновационные технологии в системах водоснабжения и водоотведения: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 24–25 октября 2019 г.) / ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет И.Н. Ульянова». – Чебоксары: Среда, 2019. – С. 121-127. EDN GRHPZE.

УДК 697.9; 628.8

ЕСТЕСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ НА ФЕРМАХ

И.А. Калашиников

студент

М.А. Клопова

студент

В.А. Творогов

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: на животноводческих предприятиях важное значение имеет простота и надежность вентиляционной системы в плане получения высококачественной и дешевой продукции. Поэтому совершенствование и разработка новых систем создания микроклимата является актуальной задачей. Работа направлена на изучение, проведение анализа наиболее надежных и простых по конструкции систем создания микроклимата.

Ключевые слова: вентиляция, микроклимат, параметры, продуктивность, влажность, воздух, животноводство, здоровье, система.

NATURAL VENTILATION SYSTEMS ON FARMS

I.A. Kalashnikov

student

M.A.I. Klopova

student

V.A. Tvorogov

candidate of technical sciences, associate professor

I.N. Ulyanov Chuvash State University

Cheboksary, Russia

Annotation: in livestock enterprises, the simplicity and reliability of the ventilation system is important in terms of obtaining high-quality and cheap products. Therefore, the improvement and development of new systems for creating a microclimate is an urgent task. The work is aimed at studying and analyzing the most reliable and simple in design systems for creating a microclimate.

Keywords: ventilation, microclimate, parameters, productivity, humidity, air, animal husbandry, health, system.

Высокая концентрация животных на единицу производственной площади предъявляет высокие требования к микроклимату в животноводческих помещениях. Для более полной реализации генетического потенциала животных и птицы, повышению естественной резистентности и профилактике заболеваний, увеличению ресурса эксплуатации ферм, комплексов и технологического оборудования необходимо поддерживать оптимальный микроклимат в производственных помещениях, достигаемый за счет соблюдения обоснованных значений формирующих его факторов среды, приведенные для каждой половозрастной группы животных в соответствующих нормах технологического проектирования животноводческих ферм и комплексов [1–3].

Примерно третья часть всей затрачиваемой энергии в животноводстве расходуется на микроклимат. Для создания приемлемого микроклимата ежегодно из животноводческих ферм и комплексов нужно удалить 166 млрд м³ водяных паров, 39 млрд м³ углекислого газа, 1,8 млрд м³ аммиака, 700 тыс. м³ сероводорода, 82 тыс. т пыли, патогенную микрофлору, на что расходуется около 2 млрд кВт-ч электроэнергии в год, на обогрев помещений дополнительно идет 1,8 млрд кВт-ч, 0,6 млн м³ природного газа, 1,3 млн т жидкого и 1,7 млн т твердого топлива. [5–6]. При этом загрязняется окружающая среда и ухудшается качество жизни людей, живущих в соседстве с крупными предприятиями [3–4].



Рис. 1. Светоаэроционный конек

Целью данной работы является анализ существующих систем для естественной вентиляции на животноводческих предприятиях для последующей разработки наиболее энергоэффективной системы.

К самым распространенным естественным вентиляционным системам относятся: светоаэроционный конек (рис. 1); вентиляционные шахты (рис. 2); также существуют так называемые дефлекторы (рис. 3).

Светоаэроционный конек (рис. 1) – надежный и действенный способ, чтобы обеспечить проникновение естественного (дневного) света и вытяжную вентиляцию, с целью создания микроклимата, приемлемого для животных.

Выпускаются промышленностью различные варианты конструкций: светоаэроционный конек с клапанами и без клапанов; светоаэроционный конек со встроенными вентиляционными шахтами. Достоинства и недостатки данной системы вентиляции приведены в виде таблицы 1.

Основным недостатком является снежный занос системы в зимний период. Проблему обеспечения необходимого воздухообмена в данный период можно решить использованием в системе встроенных вентиляционных шахт.

Следующая общеизвестная естественная система вентиляции – это вентиляционные приточно-вытяжные шахты (рис. 2), которая используется практически на всех видах ферм и комплексов во всех климатических зонах. Имеются конструктивные особенности таких шахт, отличающиеся способом создания подъемной силы вентилируемых масс. Данные системы просты по конструкции. Устраиваются не сложными системами регулирования воздухообмена в виде заслонок. Основным недостатком таких конструкций является небольшой срок эксплуатации 5–7 лет (подвержены коррозии).

Таблица 1

Преимущества и недостатки светоаэроционного конька

| Преимущества | Недостатки |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> -создает благоприятный для животных и персонала микроклимат в помещении; -обеспечивает проникновение дневного света в помещение в необходимом количестве и вентиляция осуществляется в заданных параметрах; -улучшается самочувствие животных, повышается отдача корма продукцией; -обеспечивается равномерное распределение воздуха по всему объему здания без сквозняков и застойных зон; -предотвращается образование зон, где возможно проявление точки росы, что исключает развитие плесневых и грибковых бактерий; -значительная экономия электрической энергии за счет исключения вентиляторов и сокращения количества светильников | <p>Основной недостаток проявляется в зимний период – снежный покров. Ухудшается естественная освещенность здания, также может нарушиться воздухообмен. За счет этого проявление застойных зон с образованием мокрых мест. Возможно снижение продуктивности. Требуется периодическая очистка системы</p> |

Достоинства этого типа: эффективная работа при любой погоде; минимальное участие человека в работе шахт; простая конструкция и др.

Следующая конструкция – это дефлекторы, которые подразделяются на следующие типы: статичные насадки; статичные установки с эжектирующим вентилятором; модели с поворотным корпусом. Статичные дефлекторы просты по конструкции и нашли широкое применение в различных отраслях, в том числе и на фермах и комплексах. Ко второй группе относятся турбодефлекторы.



Рис. 3. Турбодефлектор

В последние годы широко начали использовать крышные турбодефлекторы в системах создания микроклимата на фермах. Турбодефлектор – это устройство, предназначенное для удаления отработанного воздуха из помещения путем вращения лепесткового дефлектора за счет ветрового потока.

Эффективность работы покрывает недостатки системы, а это: дорогое устройство; полная остановка системы при отсутствии ветра; должно использоваться не как основная система вентиляции, а второстепенная.

Таблица 2
Преимущества и недостатки турбодефлектора

| Преимущества | Недостатки |
|---|--|
| -работает на ветровом потоке без использования электрической энергии; -небольшая удельная материалоемкость; -достаточно простой монтаж; -приемлемый срок службы – около 10 лет | -с увеличением скорости ветра, увеличивается воздухообмен в помещении; -нужно дополнительно обустроить системой регулирования вентиляции; -сложная конструкция подшипникового узла; -высокая цена |

Требования, предъявляемые к системам вентиляции для животноводческих ферм должны соответствовать российским ГОСТам и СП (свод правил), ведомственным нормативам технологического проектирования. Один из СП, который используется при проектировании вентсистем это СП 60.13330.2020. Из этого СП система должна иметь достаточную мощность, чтобы обеспечить тепловоздушный обмен и поддерживать необходимый газовый состав. Обязательным требованием является умеренный температурно-влажностный режим, который определяется в зависимости от вида сельскохозяйственных животных. Шум от системы вентиляции не должен превышать допустимого уровня.

Следующим этапом работы будет разработка более эффективных систем естественной вентиляции с учетом устранения выявленных недостатков.

Список литературы / References

1. Кочиш, И. И. Зоогигиена: учебник / И. И. Кочиш, Н. С. Калужный, Л. А. Волчкова [др]. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 464 с. ISBN 978-5-8114-0773-6. URL: <https://e.lanbook.com/book/211319> (дата обращения: 09.05.2024).

2. Сметанин, В. А. Разработка озонатора воздуха для создания микроклимата на свиноводческих фермах / В. А. Сметанин, В. А. Творогов, В. В. Васильева // Молодежь и инновации: материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Чебоксары, 17–18 марта 2022 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2022. – С. 400–403. EDN MLNGZN.

3. Васильева, В. В. Улучшение микроклимата на фермах / В. В. Васильева, А. Р. Котылева, В. А. Творогов // Инновационные технологии в инженерных системах: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова (Чебоксары, 28 апреля 2022 г.). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 59–64. EDN NZKEDD.

4. Александров, А. С. Новая поточно-технологическая линия переработки навоза / А. С. Александров, К. Н. Краснов, В. А. Творогов // Молодая инновационная Чувашия: творчество и активность: сборник трудов XVIII Международной Открытой научной конференции молодежи и студентов (Чебоксары, 12–13 апреля 2021 г.). Т. 16. – Чебоксары: Московский политехнический университет, 2021. – С. 146–149. EDN XVLGHM.

5. Творогов, В. А. Повышение энергоэффективности в технологических линиях для создания микроклимата на фермах / В. А. Творогов, Ю. В. Воронов, А. Г. Прохоров // Молодежь и инновации: материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Чебоксары, 10 марта 2023 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 549–553. – EDN YLPCDU.

6. Творогов, В. А. К вопросу обоснования основных параметров озонатора в системах для создания микроклимата на фермах / В. А. Творогов // Строительство и застройка: жизненный цикл-2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2022 г.). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 274–278. EDN BWJYWE.

УДК 696.41

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

К.М. Овчинников

студент

Е.М. Микрюкова

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический
университет имени М.Т. Калашникова»

г. Ижевск, Россия

Аннотация: приведены особенности проектирования систем водоснабжения и водоотведения высотных зданий. Проектирование систем водоснабжения должно обеспечивать постоянное и надежное водоснабжение всего здания, с учетом изменяющегося давления в трубопроводах. Помимо этого, при проектировании систем водоснабжения и водоотведения для высотных зданий следует учитывать экономическую эффективность и экологическую безопасность. Использование современных технологий и материалов может помочь снизить потребление воды и энергии, а также минимизировать воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: высотные здания, водоснабжение, водоотведение, проектирование зданий, современные системы, пожаротушение, безопасность.

FEATURES OF DESIGNING WATER SUPPLY AND SANITATION SYSTEMS FOR HIGH-RISE BUILDINGS

К.М. Ovchinnikov
student

Е.М. Mikryukova
senior lecturer

Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Izhevsk, Russia

Annotation: the features of designing water supply and sanitation systems for high-rise buildings are presented. The design of water supply systems must ensure a constant and reliable water supply throughout the building, taking into account changing pressure in the pipelines. In addition, when designing water supply and wastewater systems for high-rise buildings, economic efficiency and environmental safety should be taken into account. Using modern technologies and materials can help reduce water and energy consumption and minimize environmental impact.

Keywords: high-rise buildings, water supply, sanitation, building design, modern systems, fire fighting, security.

Востребованность и интерес к высотному строительству с использованием соответствующих методов и конструктивно-технологических решений растет каждый год. Востребованность в высотном строительстве обусловлена ростом городского населения и ограниченностью территорий застройки крупных городов России. Эти тенденции приводят к увеличению этажности при разработке проектов жилых зданий. Высотные здания – здания, имеющие высоту, определяемую в соответствии с [5], более 75 м – класса функциональной пожарной безопасности Ф1.3; более 50 м – других классов функциональной пожарной безопасности.

Увеличение этажности - неотъемлемая часть современного градостроительного процесса, поскольку промышленные предприятия концентрируются в крупных региональных центрах, где активизируется жилищно-гражданское строительство. Все участники инвестиционных проектов направлены на увеличение полезной площади жилых домов, эффективную эксплуатацию земельных участков и создание

комфортабельных условий для проживания, а также оптимизацию инвестиционных проектов. Главной задачей является обеспечение населения жильем с высокими потребительскими и эксплуатационными характеристиками, сочетающимися с высоким уровнем благоустройства и комфорта. Эта проблема остается одной из самых важных на данный момент не только в России, но и во всем мире.

Особенности проектирования и эксплуатации систем водоснабжения и канализации высотных жилых зданий

В современном мире строительство высотных зданий осуществляется либо точечной застройкой, либо развитым стилобатом с множеством башен [10–11]. Высотные здания зонированы вертикально – разделяются на зоны определенной высоты, разделенные техническими этажами. На технических этажах производится разводка магистральных сетей водоснабжения и прокладка сборных канализационных сетей. Наличие технических этажей – оптимальный вариант для эксплуатации, но, как правило, инвесторы стараются обходиться без них. Высота зоны определяется значением допустимого гидростатического давления в нижних приборах или других компонентов систем, а также возможностью размещения оборудования и коммуникаций на технических этажах. Зона инженерного оборудования обычно соответствует границам пожарных отсеков по высоте.

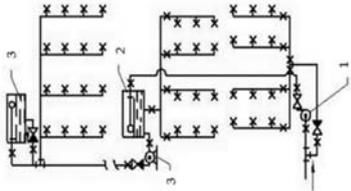
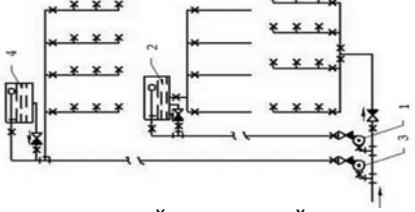
Зонные схемы водоснабжения здания

Зонные системы внутреннего водопровода используют в двух случаях. В первую очередь, если в системе превышаются допустимые пределы гидростатического давления и во вторую очередь, если в системе происходит обособление условий работы по режиму гидростатического давления, что чаще происходит при отделении части системы по питанию или по величинам напоров.

Зонные схемы водоснабжения здания могут быть последовательными и параллельными, преимущества и недостатки данных схем приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Зонные схемы водоснабжения здания

| Наименование | Преимущества | Недостатки | Схема |
|------------------|---|---|--|
| Последовательная | <ul style="list-style-type: none"> • Имеет меньшую протяженность трубопроводов | <ul style="list-style-type: none"> • Менее надежна в работе • Требуется установка насосных агрегатов на промежуточных этажах, что крайне нежелательно из-за вибрации и шума • Неоднократное размещение регулирующих объемов, т. е. нерациональное распределение и использование строительного объема здания под инженерное оборудование. |  <p data-bbox="986 493 1393 557">1 – повысительный насос второй зоны; 2 – напорно-запасной бак второй зоны; 3 – повысительный насос третьей зоны.</p> |
| Параллельная | <ul style="list-style-type: none"> • Централизованное размещение насосных агрегатов упрощает автоматизацию их работы и эксплуатацию • Увеличение длины труб, прокладываемых по этой системе, не сопровождается значительным перерасходом металла (в весовых единицах), так как диаметры зонных стояков (так же, как и расходы подаваемой воды) по отдельным зонам неравнозначны | <ul style="list-style-type: none"> • Параллельная схема отличается некоторым перерасходом труб |  <p data-bbox="986 792 1393 876">1 – повысительный насос второй зоны; 2 – напорно-запасной бак второй зоны; 3 – повысительный насос третьей зоны; 4 – напорно-запасной бак третьей зоны</p> |

Данные системы широко используются в современном высотном строительстве. Из данной таблицы можно сделать вывод о том, что размещение параллельной системы зонирования технически целесообразно и более надежно в плане дальнейшей эксплуатации системы.

Для комфортных условий проживания в данных зданиях рассмотрим специфику проектирования поквартирных разводок холодного и горячего водоснабжения, в таблице 2 приводятся основные особенности, преимущества и недостатки данных разводок.

Для снижения гидравлической неустойчивости работы внутренних сетей, когда температура воды резко изменяется при включении смесителей у соседей или в рядом расположенном помещении, целесообразно использовать коллекторную квартирную разводку, когда каждый смеситель соединен отдельным трубопроводом с общим коллектором, присоединенным к стояку [2].

Таблица 2

Виды квартирных разводок холодного и горячего водоснабжения

| Наименование | Особенности | Преимущества | Недостатки |
|--------------|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Коллекторная | Водоразборное оборудование соединяется с коллекторной муфтой при помощи индивидуальной трубы со «своим» запорным краном. | <ul style="list-style-type: none"> • возможность локального отключения одной или нескольких точек подачи воды без влияния на другие точки; • простота доступа к каждому из кранов разводки; • высокая стабильность давления; • минимальные риски поломок за счет стабильности системы; • легкий и оперативный ремонт; • стабильность температуры воды; • быстрый и простой монтаж новых потребителей воды. | <ul style="list-style-type: none"> • относительно высокая цена за счет использования большого количества материала; • предельно большое время монтажа системы по сравнению с последовательной системой; • необходимость большого количества места под установку шкафа или отдельного помещения под коллектор; потребителей; • необходимость подбора правильного типа труб под конкретную систему, с учетом количества давления в системе и множества других нюансов. |

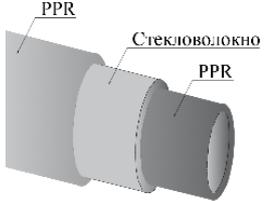
Окончание таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------|---|--|--|
| Последовательная | Последовательная подводка трубопровода от общего водопроводного стояка ко всем точкам водопотребления | <ul style="list-style-type: none"> • стоимость системы дешевле за счет уменьшения длины трубопровода; • простой монтаж; • малое количество водопроводных труб | <ul style="list-style-type: none"> • зависимость водопотребителей друг от друга, что обусловлено последовательным соединением; • перепад давления воды, каждый раз, когда одновременно включаются несколько точек потребления вода; • невозможно перекрыть одного потребителя, отключается вода во всей системе |

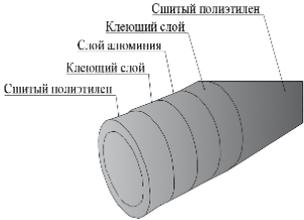
Надежность инженерных систем высотных жилых зданий при эксплуатации напрямую зависит от правильного выбора материала труб. Рассмотрим наиболее часто применяемые материалы трубопроводов при проектировании жилых зданий, которые приводятся в таблице 3.

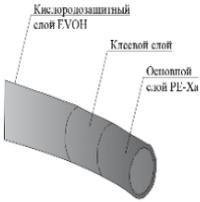
Таблица 3

Выбор материала при проектировании квартирных разводов

| Вид трубы | Преимущества | Недостатки | Схема |
|------------------|---|---|---|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> |
| Полипропиленовая | <ul style="list-style-type: none">• стойкость к коррозии;• поглощение звуков;• срок службы; | <ul style="list-style-type: none">• ограниченные температурные параметры; |  |

| | | | |
|------------------|---|--|--|
| Полипропиленовая | <ul style="list-style-type: none">• простота монтажа;• легкость транспортировки;• теплопроводность;• вес – трубопровод;• период рекомендованной эксплуатации• у трубопровода нет риска коррозионной опасности. | <ul style="list-style-type: none">• высокий коэффициент линейного теплового расширения – необходимо устанавливать компенсационные петли;• исключается возможность скрытого монтажа (прокладки в каналах или штробах);• труба не эластична и не изгибается – необходимо устанавливать дополнительные соединения;• невозможность повторного использования фитингов. | |
|------------------|---|--|--|

| | | | |
|---------------------------|---|--|---|
| <p>Металлопластиковая</p> | <ul style="list-style-type: none"> • низкий коэффициент линейного теплового расширения; • эластичность – возможность изгибания трубы без установки дополнительных фитингов; • сохранение формы при изгибании; • возможность применения различных типов соединений: компрессионное и обжимное; • минимальное количество немерных отходов при монтаже; • низкие расходы по доставке и хранению; • вес – трубопровод; • период рекомендованной эксплуатации; • у трубопровода нет риска коррозионной опасности. | <ul style="list-style-type: none"> • отсутствие зависимости срока службы от температуры и давления; • расслоение стенки трубы вследствие напряжения между её слоями из-за различных коэффициентов линейного теплового расширения; • необходимость использования специального инструмента при изгибании трубы в целях предотвращения схлопывания и обязательное соблюдение минимального радиуса; • вторичный изгиб в одном и том же месте деформирует слой фольги; • не допускается повторный монтаж фитинга на одном и том же срезе трубы; • обязательное наличие резинового уплотнения на штуцере фитинга в связи с невозможностью равномерно обжать трубу по всему диаметру; • срок службы резины достаточно ограничен; • возможность повреждения трубы незначительным физическим воздействием при наружной прокладке; • сложность проведения ремонта скрытого трубопровода при его повреждении; • невозможность замены скрытого непрямого участка трубы даже небольшого диаметра, проложенной в гофре, без вскрытия стены/пола. |  |
|---------------------------|---|--|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| <p>Трубы из сшитого полиэтилена (PEX)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● стойкость к воздействию химических веществ, агрессивно влияющих на состояние трубопровода; ● экологичность – химический состав материала не содержит токсичных элементов; ● стойкость к воздействию ультрафиолета; ● эластичность – механическая прочность, особенно на изгиб, трубы можно прокладывать в соответствии с различными схемами прокладки, можно не опасаться за наличие большого количества стыков; ● небольшой вес – трубопровод можно монтировать на любое возможное основание; ● устойчивость к межсезонным перепадам температуры и резким скачкам температуры зимой – трубопровод не требует дополнительного отопления, его можно прокладывать как открытым, так и закрытым способом; ● легкий монтаж – для прокладки коммуникаций не нужны профессиональные навыки и большой опыт работы; ● период рекомендованной эксплуатации – 50 лет; ● у трубопровода нет риска коррозионной опасности | <ul style="list-style-type: none"> ● особенности прокладки – рекомендуется не производить открытую прокладку за пределами помещений; ● могут быть повреждения при установке: монтаж следует выполнять с особой осторожностью; ● высокая цена |  |
|---|---|---|---|

Внутренние системы канализации

Проектирование внутренних систем канализации высотного здания следует выполнять в соответствии с [2].

Трубопроводы для бытовой канализации монтируются из высокопрочных чугунных безраструбных труб. Горизонтальные разводки в пределах обслуживаемого этажа допускается выполнять из полимерных труб [9].

Схемы внутренних систем канализации допускается выполнять с вентилируемыми одностручными (один рабочий стояк) или двухтрубными канализационными вентилируемыми стояками. Схемы, выполняемые двухтрубными канализационными вентилируемыми стояками, состоят из рабочего стояка, служащего для приема стоков, и вентиляционного стояка, предназначенного для подведения расчетного количества (объема) воздуха к рабочему стояку.

В основании канализационных стояков должны быть установлены бетонные упоры или средства крепления для обеспечения неразрывности конструкции трубопровода при залповых сбросах сточной жидкости.

Расстояние от точки присоединения последнего прибора на стояке до лежака по вертикали следует принимать не менее 2 м.

Необходимо предусматривать компенсацию линейных удлинений канализационных вентилируемых стояков, применяя различные соединения труб и фасонных частей на резиновых уплотнительных кольцах или манжетах (с нормативными зазорами между торцами труб).

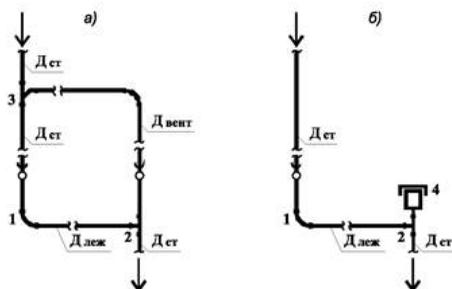


Рис. 1. Схема подвода воздуха к рабочему стояку при изменении направления движения стоков: а) с устройством вентиляционного трубопровода (байпаса); б) с установкой автоматического противовакуумного клапана 1 – первая точка изменения направления; 2 – вторая точка изменения направления; 3 – точка подключения вентиляционного трубопровода (байпаса); 4 – автоматический противовакуумный клапан

При установке санитарно-технического оборудования в подвалах высотных зданий на высоте, где невозможен отвод сточных вод самотеком, необходимо предусматривать насосные станции (оборудование), работающие в автоматическом режиме [6].

В нижнем подземном этаже высотного здания должны быть предусмотрены приемки и насосные станции (установки) для откачки случайных вод и воды при тушении пожара.

Открытая прокладка стояков хозяйственно-бытовой канализации в помещениях квартир (апартаментов) без использования закрытых ниш или шахт не допускается [2].

Требования к противопожарному водоснабжению и системам пожаротушения

Высотные здания должны быть оснащены автоматическими установками пожаротушения (АУП) в соответствии с требованиями [3–4]. Для избежания ложных срабатываний по заданию на проектирование применяются спринклерные АУП с контролем активации.

Сети водоснабжения для внутреннего пожаротушения (сети и установки) высотных зданий, комплексов может быть как самостоятельным, с собственными насосными станциями или установками, выполненными в соответствии с [6], либо объединенными АУП. Расход воды на внутреннее пожаротушение в каждом пожарном отсеке с помещениями общественного назначения должен составлять восемь струй по 2,5 л/с каждая, в пожарных отсеках с жилыми помещениями – не менее чем четыре струи по 2,5 л/с каждая, при проектировании крышной котельной – не менее чем две струи по 2,5 л/с каждая.

Каждый этаж высотного здания разрешается оснащать многофункциональными встроенными пожарными шкафами с водокольцевой катушкой, оборудованными не обжимным полужестким рукавом длиной не менее 20 м и ручным перекрывным пожарным стволом, а также средствами спасения людей с высоты и средствами индивидуальной защиты органов дыхания согласно [1].

Пожарные краны для пожаротушения на эксплуатируемой кровле зданий следует располагать при выходе на кровлю из лестничных клеток (в теплом помещении) [3].

Для подключения ВПВ и АУП к передвижной пожарной технике снаружи здания следует предусматривать в уровне первого этажа по два патрубка с пожарными соединительными головками DN80 для подключения насосов высокого давления.

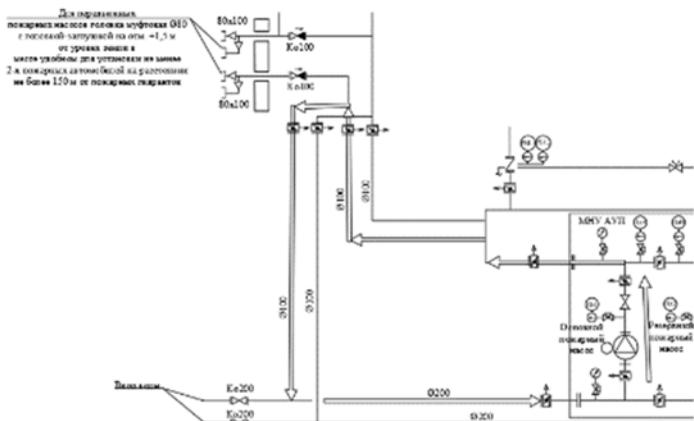


Рис. 2. Схема подключение ВПВ и АУП к передвижной пожарной технике

АУП должны располагаться в зонах, разделенных по числу вертикальных и горизонтальных пожарных отсеков. Каждый пожарный отсек должен быть оборудован самостоятельными коммуникациями, приборами и узлами управления системой пожаротушения.

Питающие трубопроводы АУП допускается предусматривать едиными для разных пожарных отсеков при условии их прокладки в отдельных шахтах с пределом огнестойкости, определяемым в зависимости от предела огнестойкости пересекаемых противопожарных преград. В качестве автоматизированного водопитателя следует применять гидропневмобак объемом не менее 3 м³ с его размещением в верхней части защищаемого здания.

Для зданий высотой более 100 м в технических помещениях на этажах из расчета на каждые 50 м высоты или в каждом из вертикальных пожарных отсеков допускается устанавливать модульные установки пожаротушения (агрегатного типа) с резервуарами заводского изготовления для огнетушащей жидкости.

В высотных жилых зданиях в каждой квартире должны быть предусмотрены краны DN15 с 1/2" для присоединения устройства внутриквартирного пожаротушения согласно требованиям [5].

При проектировании внутридомовых систем мусороудаления (в т. ч. при пакетированной системе сбора мусора на этажах) следует устанавливать АУП в таких помещениях на этажах, а для мусоро-сборных камер - по всей площади и ствола мусоропровода с разме-

щением оросителей через каждые два-три этажа. При проектировании в зданиях централизованных систем пылеудаления, бельепроводов, пневмопочты и иных систем для них следует предусматривать СПС и АУП согласно заданию на проектирование [3].

В заключении следует отметить, что правильное проектирование водоснабжения и канализации в высотных зданиях играет решающую роль в обеспечении комфорта и безопасности жителей. Ошибки в этой области могут привести к серьезным проблемам, таким как недостаток воды, засорение канализационных систем или недостаточно эффективной работы систем пожаротушения. Поэтому инженеры должны учитывать особенности таких зданий и применять передовые технологии, материалы и программы для расчета данных систем, ведь именно они позволяют обеспечить надежность инженерных систем высотных зданий.

Список литературы/ References

1. ГОСТ Р 51844-2009 «Техника пожарная. Шкафы пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний».
2. СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация».
3. СП 477.1325800.2020 «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности».
4. СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования».
5. СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные».
6. СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».
7. СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.
8. Инженерное оборудование высотных зданий / под общ. ред. М. М. Бродяч. – Москва: Авок-Пресс, 2007. – 320 с. ISBN 978-5-98267-028-1.
9. Королев, А. А., Сабирянова, А. Р., Микрюкова, Е. М. Энергосбережение, информационные технологии и устойчивое развитие. электронное научное издание: сборник материалов Международной научно-практической интернет-конференции. ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова», 2014. – С. 140–142.
10. Микрюкова, Е. М. К вопросу о развитии строительства высотных зданий в России / Е. М. Микрюкова, И. А. Николаев // Строительство и застройка: жизненный цикл-2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции. – Чебоксары, 2020. – С. 40–46.
11. Mikryukova, E. M. To the question of the development of construction of high-rise buildings in Russia / E. M. Mikryukova, I. A. Nikolaev // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Т. 197. – С. 3–10.

УДК 631.22.636.084

ОБОСНОВАНИЕ ДОЗ КОРМЛЕНИЯ ПОРΟΣЯТ СВЕРХРАННЕГО ОТЪЕМА

Е.В. Тимофеева

аспирант

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
аграрный университет»
г. Чебоксары, Россия

В.А. Творогов

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: приводятся теоретические обоснования доз кормления поросят сверххранного отъема при помощи автоматизированной установки «робота свиноматки» и результаты практического их применения.

Ключевые слова: сверххранный отъем поросят, автоматизированное устройство, «робот-свиноматка», доза кормления.

JUSTIFICATION OF FEEDING DOSES FOR PIGLETS OF EARLY WEANING

E.V. Timofeeva

graduate student

Chuvash State Agrarian University
Cheboksary, Russia

V.A. Tvorogov

candidate of technical sciences, associate professor
I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the theoretical substantiation of the doses of feeding piglets of early weaning using an automated installation of a "sow robot" and the results of their practical application are presented.

Keywords: early weaning of piglets, automated device, "robot sow", feeding dose.

При сверххранном отъеме поросят появляется необходимость их искусственного выращивания с помощью автоматизированной установки. При этом корм для разовой выдачи распределяется по

индивидуальным для каждого поросенка емкостям [1–5]. Наибольшее влияние на успех сохранности поросят сверххранного отъема оказывают корма, правильный выбор разовой дозы и кратности кормления. С целью предотвращения перекорма молодняка разовая доза кормления обосновывается с учетом изменения объема желудка с ростом поросят. При обосновании кратности кормления учитывается суточная потребность поросенка в энергии и энергетическая ценность самого корма. Важным фактором также является повадки молодняка. По данным академика А.В. Квасницкого поросенок в первые дни жизни поедает от 15 до 20 см³ молозива. При этом частота кормлений поросят свиноматкой колеблется в пределах от 20 до 30 раз в сутки [12].

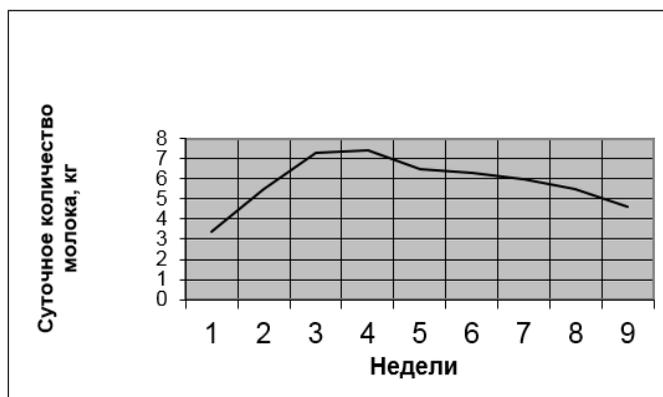


Рис. 1. Лактационная кривая свиноматок

Продуктивность свиноматки до двухнедельного возраста изменяется в нарастающем порядке и удовлетворяет потребности поросят в корме (рис. 1). В данном возрасте поросята поедают от 40 до 45 см³ молока. Дальнейшее развитие поросят без дополнительной подкормки замедляется. Поэтому, начиная с 10-дневного возраста поросятам дополнительно подаются корма в виде влажных мешанок, которые представляют с собой смесь концентратов с цельным молоком.

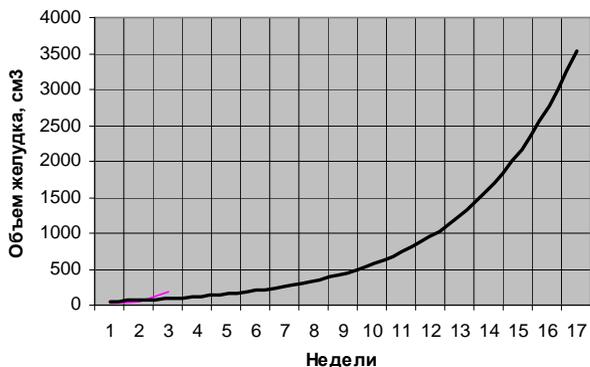


Рис. 2. Изменение объема желудка поросят

Изменения объема желудка с ростом поросят аппроксимируются по экспоненциальному закону (рис. 2).

С учетом изменения объема желудка, энергетической ценности кормового материала, применяемого в разные периоды жизни, нами принята следующая схема кормления поросят сверххранного отъема при их искусственном выкармливании, которая представлена в виде таблицы.

Таблица 1

Состав и структура кормления поросят сверххранного отъема при их искусственном выращивании

| Периоды жизни, дни | Вид корма | Объем разовой выдачи, см ³ | Кратность кормления в сутки | Вид подкормки |
|--------------------|----------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 1–3 | Молозиво коров | 15 | 24 | - |
| 4–7 | Молоко коров | 25 | 20 | Прожаренное зерно |
| 8–12 | Молоко коров | 40 | 16 | Влажная мешанка |
| 13–18 | Молоко коров | 55 | 10 | Влажная мешанка |
| 19–25 | ЗЦМ или молоко | 75 | 6 | Влажная мешанка |
| 26–35 | ЗЦМ или молоко | 100 | 4 | Влажная мешанка |

Данная схема выращивания опробована в учебно-опытном хозяйстве «Приволжское» и получены положительные результаты. Исследования показали, что на рост и развитие поросят сверххранного отъема, кроме обеспечения качественным кормом влияет условия и микроклимат в зоне их содержания [6–8, 13–14]. Также

здоровье и состояние поросят зависит от качества промывки молочных каналов после кормления [9–11].

Результаты проведенных исследований показали, что темпы роста и развития поросят сверххранного отъема значительно опережают показатели контрольной группы, а сохранность выше на 35% и достигает до 90%.

Список литературы / References

1. Обухан, Г. М. Авторское свидетельство № 1777738 СССР, МПК А01К 5/00, А01К 9/00. Устройство для кормления животных: №4826831: заявл. 21.05.1990: опубл. 30.11.1992 / Г. М. Обухан, В. А. Творогов. EDN JPZRBD.

2. Творогов, В. А. Патент № 2589795 С2 Российская Федерация, МПК А01К 5/02. Автоматизированное устройство для кормления животных: №2013121538/13: заявл. 07.05.2013: опубл. 10.07.2016 / В. А. Творогов, Е. В. Творогова, Р. Г. Остряков [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА). EDN MJFCHC.

3. Творогова, Е. В. Исследования по обоснованию конструктивно-технологической схемы и оптимизация параметров распределителя корма в установке для кормления поросят / Е. В. Творогова, Р. Г. Остряков, В. А. Творогов // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – №4-2 (80). – С. 208–212. EDN RSCCJL.

4. Творогов, В. А. Обоснование режимных параметров подогрева корма в устройстве для кормления поросят / В. А. Творогов, Е. В. Творогова, О. Г. Карсаков // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – №4-2 (80). – С. 204–207. EDN RSCCJB.

5. Творогов, В. А. Энерго-материалосберегающая конструктивно-технологическая схема автоматизированной установки для кормления поросят сверххранного отъема / В. А. Творогов, Е. В. Тимофеева // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 ноября 2023 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 678–683. EDN RERRXG.

6. Творогов, В. А. Разработка энергоэффективного станка для выращивания поросят сверххранного отъема / В. А. Творогов, И. С. Черняева, Е. В. Тимофеева // Теоретические и практические аспекты инновационных достижений в зоотехнии и ветеринарной медицине : материалы Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 31 мая 2023 г.) / Чувашский государственный аграрный университет. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 468–472. EDN UFHVVQ.

7. Творогов, В. А. К вопросу обоснования основных параметров озонатора в системах для создания микроклимата на фермах / В. А. Творогов // Строительство и застройка: жизненный цикл-2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2022 г.). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 274–278. EDN BWJYWE.

8. Васильева, В. В. Улучшение микроклимата на фермах / В. В. Васильева, А. Р. Котылева, В. А. Творогов // Инновационные технологии в инженерных системах: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова (Чебоксары, 28 апреля 2022 г.). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 59–64. EDN NZKEDD.

9. Творогов, В. А. Разработка и исследования технологической линии мойки молочных каналов в автоматизированной установке для кормления поросят / В. А. Творогов, Е. В. Тимофеева // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 апреля 2022 г.) / ред. кол.: А. В. Агафонов [и др.]. Т. 20. – Чебоксары: Чебоксарский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», 2022. – С. 106–112. EDN ITNPJU.

10. Творогов, В. А. Результаты экспериментальных исследований по мойке молочных каналов в автоматизированной установке для кормления поросят / В. А. Творогов, Е. В. Тимофеева, О. Г. Карсаков // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 гг). В 2-х частях (Чебоксары, 16 ноября 2020 г.). Том 2. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 328–334. EDN NKFFWD.

11. Творогов, В. А. Теоретические предпосылки по обоснованию режимных параметров промывки молочных каналов в автоматизированной установке для кормления поросят / В. А. Творогов, Е. В. Тимофеева, О. Г. Карсаков // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 гг). В 2-х частях (Чебоксары, 16 ноября 2020 г.). Том 2. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 323–328. – EDN OSLPSS.

12. Петрухин, И. В. Биологические основы выращивания поросят / И. В. Петрухин. – Москва: Россельхозиздат, 1976.

13. Русинова, Н. Г. Вопросы надежности систем создания микроклимата / Н. Г. Русинова, Н. А. Федоров // Строительство и застройка: жизненный цикл-2020: Материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 г.). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 304–310. EDN UDZVON.

14. Rusinova, N. G. The Issues of Reliability of Microclimate Creation Systems / N. G. Rusinova, N. A. Fedorov // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 197. – Pp. 247–253. DOI 10.1007/978-981-16-6593-6_26. EDN LCRNMN.

УДК631.22.636.084

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОЧИСТКИ ПОДОГРЕВАТЕЛЯ МОЛОКА

Е.В. Тимофеева

аспирант
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
аграрный университет»
г. Чебоксары, Россия

В.А. Творогов

канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: приводятся теоретические предпосылки процесса очистки жировых отложений с поверхности подогревателя разовой выдачи корма в автоматизированной установке для кормления поросят при технологии сверхраннего отъема.

Ключевые слова: сверхранний отъем поросят, автоматизированное устройство, «робот-свиноматка», конструктивно-технологическая схема, загрязненность молочных каналов, качество промывки.

THEORETICAL PREREQUISITES FOR CLEANING THE MILK HEATER

E.V. Timofeeva

graduate student
Chuvash State Agrarian University
Cheboksary, Russia

V.A. Tvorogov

cand. of techn. science, associate professor
I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the theoretical prerequisites for the process of cleaning fat deposits from the surface of a single-feed heater in an automated piglet feeding unit using the technology of early weaning are presented.

Keywords: early weaning of piglets, automated device, "sow robot", design and technological scheme, contamination of milk channels, washing quality.

Технология сверхраннего отъема поросят является одним из путей интенсификации отрасли свиноводства, внедрение которой позволяет максимально использовать потенциал свиноматки в

плане получения поросят. На сохранность, рост и развитие новорожденных поросят, естественно влияет микроклимат и условия их содержания [6–9, 13–14].

Для выращивания поросят сверххранного отъема нами были разработаны автоматизированные установки для их кормления и содержания [1–2, 5]. Эти устройства в плане промывки молочных каналов имели серьезные конструктивные недоработки. Безразборная мойка и дезинфекция молочных каналов – один из ключевых элементов обеспечения и поддержания должного санитарно-гигиенического состояния автоматизированных устройств для кормления поросят сверххранного отъема.

В автоматизированной установке для кормления поросят молоко хранится в емкости термосе в охлажденном до 10°С. Перед очередным кормлением разовая порция дозируется в подогревающую емкость и доводится до температуры 40–42°С. [3–4].

В процессе подогрева на поверхности емкости - подогревателя образуются отложения, которые имеют достаточно высокое напряжение смачивания и образуют поверхность раздела с деталью (рис. 1).

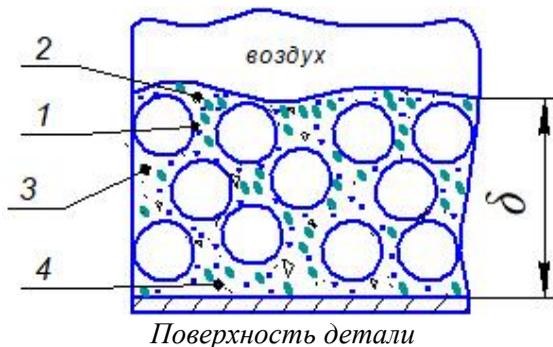


Рис. 1. Схема строения пленки жировых отложений на поверхности оборудования: 1 – жир; 2 – белок; 3 – бактерия; 4 – минеральное вещество

В моющем растворе (3) жировая частица (1) образует на поверхности оборудования (2) равновесный краевой угол θ (рис. 2).

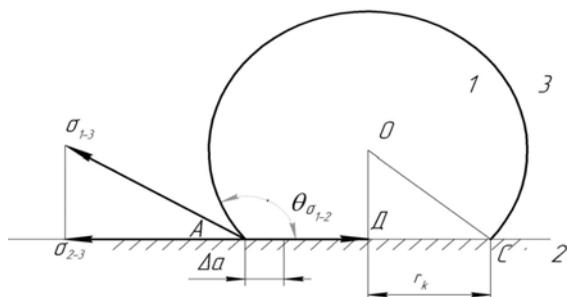


Рис. 2. Схема образования краевого угла избирательного смачивания молочного жира на поверхности

Для обоснования режимных параметров процесса очистки жировых отложений с поверхности детали в нем выделим жировую частицу с поверхности детали (рис. 3).

На процесс отделения загрязнений с поверхности детали влияют тип и концентрация СМС в растворе, температура моющего раствора, материал детали, скорость моющего раствора и др.

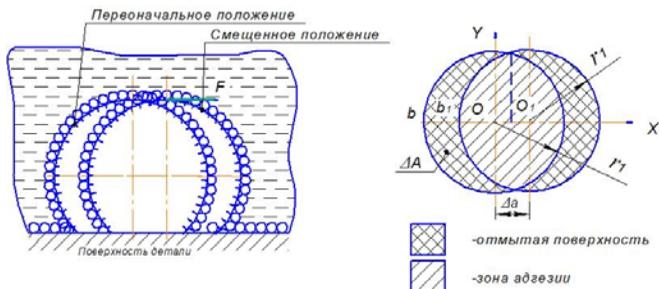


Рис. 3. Схема отделения жировой частицы от поверхности подогревателя моющим раствором

Отделение частицы от поверхности подогревателя произойдет в том случае, если силой касательного трения F она будет перемещена на величину Δa . При этом на поверхностях раздела «жировая частица – моющий раствор» и «поверхность оборудования – моющий раствор» адсорбируются поверхностно-активные вещества (ПАВ) в виде мономолекулярной пленки, предотвращающей повторное прилипание жировой частицы. Для уточнения условия,

при котором произойдет отделение жировой частицы от поверхности оборудования, необходимо учитывать наибольшую величину образуемой площадки ΔA на пути Δa .

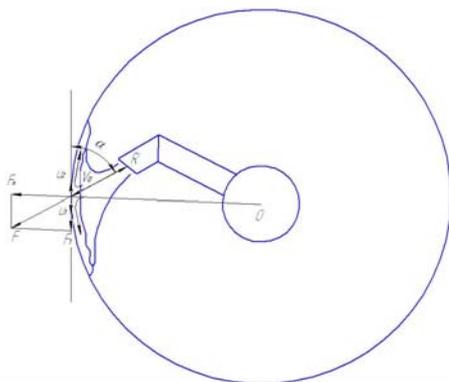


Рис. 4. Схема действующих сил на поверхность раздела

Условие, при котором произойдет отделение остатков кормового материала от поверхности детали под действием струи, записывается в виде неравенства:

$$F \Delta a > W \Delta A, \quad (1)$$

где F – сила касательного трения потока струи на поверхности частицы, Н;

Δa – элементарное расстояние перемещения границы раздела фаз, м;

ΔA – приращение площади раздела фаз молочный жир - моющий раствор, м^2 ;

W – энергия адгезии жировой частицы к поверхности оборудования Дж/ м^2 .

Касательную составляющую силы давления потока струи, при установившемся движении, на поверхности частиц можно определить из зависимости:

$$F = \rho v Q \cos \alpha = \rho v^2 \omega \cos \alpha, \quad (2)$$

где ρ – плотность моющего раствора, $\text{кг}/\text{м}^3$;

v – скорость потока моющего раствора, $\text{м}/\text{с}$;

Q – секундный расход моющей жидкости, $\text{м}^3/\text{с}$;

ω – площадь сечения потока струи на выходе, м^2 ;

α – угол наклона струи к касательной, проведенной к поверхности раздела, град.

Угол α определяется из условия поворота «сегнерово» колеса реактивным моментом струи.

Энергия адгезии жировой частицы к поверхности подогревателя определяется из зависимости:

$$W = \sigma_{1-3} (1 + \cos \theta) \quad (3)$$

где σ_{1-3} – межфазная энергия на границе «молочный жир - моющий раствор» Дж/м²;

θ – краевой угол избирательного смачивания, образованный жировой частицей на поверхности детали в моющем растворе, град.

Тогда условие отделения жировой частицы от поверхности детали можно представить в виде:

$$F \Delta a / \sigma_{1-3} (1 + \cos \theta) \Delta A \geq I. \quad (4)$$

Очевидно, значение σ_{1-3} зависит от физико-химических свойств кормового материала и материала, из которого изготовлен подогреватель, также от продолжительности времени от начала подогрева молока и до мойки подогревателя, температуры, концентрации и скорости движения моющего раствора.

Влияние этих параметров на межфазную энергию определены экспериментальным путем. Результаты экспериментальных исследований по мойке молочных каналов в автоматизированной установке для кормления поросят с соответствующими выводами приведены в работах [10–12].

Список литературы / References

1. Обухан, Г. М. Авторское свидетельство № 1777738 СССР, МПК А01К 5/00, А01К 9/00. Устройство для кормления животных: № 4826831: заявл. 21.05.1990: опубл. 30.11.1992 / Г. М. Обухан, В. А. Творогов. EDN JPZRBD.

2. Творогов, В. А. Патент № 2589795 С2 Российская Федерация, МПК А01К 5/02. Автоматизированное устройство для кормления животных: №2013121538/13: заявл. 07.05.2013: опубл. 10.07.2016 / В. А. Творогов, Е. В. Творогова, Р. Г. Остряков [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА). EDN MJFCHC.

3. Творогова, Е. В. Исследования по обоснованию конструктивно-технологической схемы и оптимизация параметров распределителя корма в установке для кормления поросят / Е. В. Творогова, Р. Г. Остряков, В. А. Творогов // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – №4-2 (80). – С. 208–212. EDN RSCCJL.

4. Творогов, В. А. Обоснование режимных параметров подогрева корма в устройстве для кормления поросят / В. А. Творогов, Е. В. Творогова, О. Г. Карсаков // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – №4-2 (80). – С. 204–207. EDN RSCCJB.

5. Творогов, В. А. Энерго-материалосберегающая конструктивно-технологическая схема автоматизированной установки для кормления поросят сверххранного отъема / В. А. Творогов, Е. В. Тимофеева // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 ноября 2023 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 678–683. EDN RERRXG.

6. Творогов, В. А. Разработка энергоэффективного станка для выращивания поросят сверххранного отъема / В. А. Творогов, И. С. Черняева, Е. В. Тимофеева // Теоретические и практические аспекты инновационных достижений в зоотехнии и ветеринарной медицине: материалы Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 31 мая 2023 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 468–472. EDN UFHVVQ.

7. Творогов, В. А. К вопросу обоснования основных параметров озонатора в системах для создания микроклимата на фермах / В. А. Творогов // Строительство и застройка: жизненный цикл-2022: Материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2022 г.). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 274–278. EDN BWJYWE.

8. Васильева, В. В. Улучшение микроклимата на фермах / В. В. Васильева, А. Р. Котылева, В. А. Творогов // Инновационные технологии в инженерных системах: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова (Чебоксары, 28 апреля 2022 г.). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 59–64. EDN NZKEDD.

9. Сметанин, В. А. Разработка озонатора воздуха для создания микроклимата на свинотоварных фермах / В. А. Сметанин, В. А. Творогов, В. В. Васильева // Молодежь и инновации: материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Чебоксары, 17–18 марта 2022 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2022. – С. 400–403. EDN MLNGZN.

10. Творогов, В. А. Разработка и исследования технологической линии мойки молочных каналов в автоматизированной установке для кормления поросят / В. А. Творогов, Е. В. Тимофеева // Инновации в образовательном процессе: Сборник трудов Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 апреля 2022 г.) / ред. кол.: А. В. Агафонов [и др.]. Том 20. – Чебоксары: Чебоксарский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», 2022. – С. 106–112. EDN ITNPJU.

11. Творогов, В. А. Результаты экспериментальных исследований по мойке молочных каналов в автоматизированной установке для кормления поросят / В. А. Творогов, Е. В. Тимофеева, О. Г. Карсаков // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 гг). В 2-х частях (Чебоксары, 16 ноября 2020 г.). Том 2. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 328–334. EDN NKFFWD.

12. Творогов, В. А. Теоретические предпосылки по обоснованию режимных параметров промывки молочных каналов в автоматизированной установке для кормления поросят / В. А. Творогов, Е. В. Тимофеева, О. Г. Карсаков // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 гг). В 2-х частях (Чебоксары, 16 ноября 2020 г.). Том 2. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 323–328. EDN OSLPSS.

13. Русинова, Н. Г. Вопросы надежности систем создания микроклимата / Н. Г. Русинова, Н. А. Федоров // Строительство и застройка: жизненный цикл-2020: Материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 г.). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 304–310. EDN UDZVOH.

14. Rusinova, N. G. The Issues of Reliability of Microclimate Creation Systems / N. G. Rusinova, N. A. Fedorov // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 197. – Pp. 247–253. DOI 10.1007/978-981-16-6593-6_26. EDN LCRNMN.

СЕКЦИЯ 3. ЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 624.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

Е.В. Антонова

студент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: буроинъекционные сваи, изготавливаемые по электроразрядным технологиям (сваи ЭРТ) показали высокую эффективность при усилении оснований реконструируемых и аварийных зданий. Сваи ЭРТ по сравнению с другими буроинъекционными и буронабивными сваями имеют повышенные значения несущей способности, как по грунту, так и по материалу. В статье приведены случаи из строительной геотехнической практики усиления основания фундаментов промышленных корпусов по производству легковых автомобилей и кузнечно-штамповочного цеха по изготовлению деталей ходовой части гусеничных тракторов. Благодаря использованию буроинъекционных свай ЭРТ удалось предотвратить аварийные ситуации на этих объектах.

Ключевые слова: несущая способность, электроразрядная технология (ЭРТ), буроинъекционная свая, железобетонный каркас, кузнечный молот, мостовой кран.

**THE USE OF BURIED REINFORCED CONCRETE
STRUCTURES WITH INCREASED LOAD-BEARING
CAPACITY IN ORDER TO ENSURE RELIABLE
OPERATION OF EXISTING FACILITIES**

E.V. Antonova

student

I.N. Ulyanov Chuvash State University

Cheboksary, Russia

Annotation: drilling-injection piles manufactured using electric discharge technologies (ERT piles) have shown high efficiency in strengthening the foundations of reconstructed and emergency buildings. ERT piles, in comparison with other drilling and drilling piles, have increased values of bearing capacity, both in soil and in material. The article presents cases from the construction geotechnical practice of strengthening the foundations of industrial buildings for the production of passenger cars and a forging and stamping workshop for the manufacture of chassis parts of tracked tractors. Due to the use of ERT drilling piles, it was possible to prevent emergencies at these facilities.

Keywords: load-bearing capacity, electric discharge technology (ERT), drilling pile, reinforced concrete frame, forging hammer, overhead crane.

Обеспечение условий безаварийной эксплуатации зданий и сооружений является основополагающим фактором для всех этапов строительства и эксплуатации. Особенно это актуально для реконструируемых зданий, а также для зданий предполагаемых к увеличению нагрузок сверх проектных величин.

Ниже рассмотрим случай №1 усиления основания фундаментов одноэтажного производственного корпуса по выпуску легковых автомобилей. Реконструируемое здание представляет собой одноэтажное каркасное сооружение с монолитными железобетонными столбчатыми фундаментами, сборными железобетонными колоннами и сборными стропильными фермами пролетом 24,0 м и 18,0 м. Производственный корпус имеет размеры в плане (см. рис. 1а) в осях Г ÷ Ж и 3 ÷ 23 – 66,0 × 120,0 м с двумя пролетами по 24,0 м и одним пролетом 18,0 м. Шаг колонн вдоль буквенных осей – 12,0 м. В каждом пролете функционируют по 2 мостовых крана. В пролетах Г/Д и Д/Е по два крана грузоподъемностью по 500 кН, а в пролете Е/Ж – 2 крана по 200 кН.

В 2000 г. начались проблемы с эксплуатацией корпуса. При наиболее невыгодных сочетаниях крановых нагрузок обнаружены перекосы подкрановых путей. Перепады имеют циклический характер, т. е. величины деформаций знакопеременны. Высокоточные геодезические наблюдения за осадками фундаментов железобетонных колонн подтвердили высокие значения неравномерных деформаций, достигающих до 150 мм. На участках с наиболее высокими значениями неравномерных осадок эксплуатация мостовых кранов стала затруднительной.

Таким образом возникла предаварийная ситуация, при которой дальнейшая эксплуатация корпуса стала опасной.

Технической комиссией во главе с главным архитектором завода поручено срочно разработать мероприятия по предотвращению предаварийной ситуации на объекте. Она обратилась к ООО НПФ «ФОРСТ» с просьбой выявить причину деформаций и разработать мероприятия по восстановлению эксплуатационной надежности проблемного производственного корпуса.

Было принято решение укрепления основания фундаментов буринъекционными сваями, изготавливаемыми по разрядно-импульсной технологии (буринъекционные сваи ЭРТ) [1–23] с одновременным ведением геотехнического мониторинга.

Инженерно-геологический разрез представлен с поверхности насыпными грунтами мощностью до 2,0 м., ниже залегают супеси пластичной консистенции до 5,5 м толщиной. Далее залегают глина твердой консистенции мощностью до 2 м. Подстилающим слоем служат мелкие пески средней плотности водонасыщенные.

Анализ инженерно-геологических условий позволил предположить, что основная причина деформаций фундаментов – тиксотропия (способность грунта разжижаться от механического воздействия и увеличивать вязкость в состоянии покоя) грунтов несущего слоя. Пески подвержены этому процессу. Механические воздействия выражены в виде динамических нагрузок от мостовых кранов, как правило, они действуют неравномерно. Так, например, при воздействии кранов на основание по конкретной оси, то в этом месте возникает участок разжижения, а на других осях, где отсутствует воздействие крановых нагрузок, основание эксплуатируется в условиях отсутствия аварийной ситуации.

Тем самым фундаменты под колонны «тонут» по очереди, увеличивая крены каркаса, что усугубляет эксплуатацию кранов. После прекращения динамических воздействий деформации фундаментов прекращаются.

Согласно поручению комиссии ООО НПФ «ФОРСТ» разработало проект усиления основания фундаментов с помощью буроинъекционных свай ЭРТ. Сваи Ø 200 и длиной 12,0 пронизывают нижнюю ступень столбчатых фундаментов. Несущим слоем пяты свай являются пески мелкие водонасыщенные. Количество свай ЭРТ под разные фундаменты отличается. Так по оси «Ж» – 6 шт.; по оси «Е» – 14 шт.; по оси «Д» – 18 шт.; по оси «Г» – 10 шт. (рис. 1а).

На рис. 1б приведен инженерно-геологический разрез с вертикальной привязкой фундаментов, а на рис. 1 в фрагмент плана свай ЭРТ усиления основания фундаментов.

Осуществление мероприятий по усилению оснований фундаментов с помощью буроинъекционных свай ЭРТ позволило создать условия для безаварийной работы мостовых кранов и всего железобетонного каркаса прессового корпуса в целом.

Геотехнический мониторинг за деформацией оснований фундаментов подтвердил их отсутствие после завершения работ по устройству свай ЭРТ.

Второй случай успешного применения буроинъекционных свай-ЭРТ при ликвидации аварийной ситуации здания кузнечно-штамповочного цеха (КШЦ) агрегатного завода в г. Чебоксары. Благодаря воздействию динамических нагрузок от 10 кузнечных молотов здание пришло в аварийное состояние. На всех кирпичных стенах ограждения появились деформационные трещины, имеющие тенденцию к увеличению. Появившаяся неравномерность деформаций каркаса привела к сбоям эксплуатации мостовых кранов. Кроме того, размеры площадок опираний плит покрытий, а также строительных ферм и подкрановых путей в ряде случаев уменьшились до величин близких к аварийной ситуации. Для предотвращения аварийной ситуации чрезвычайная комиссия под эгидой управления капитального строительства завода поручила ООО НПФ «ФОРСТ» разработать противоаварийные мероприятия, включающие: 1) обследование технического состояния аварийного здания; 2) разработка мероприятий по минимизации отрицательного влияния вибраций от воздействия кузнечных молотов на здание цеха и прилегающие сооружения; 3) производство работ по восстановлению эксплуатационной надежности здания КШЦ.

Наиболее рациональной и приемлемой конструкцией усиления основания фундаментов была принята и использована буроинъекционная свая, изготавливаемая по разрядно-импульсной технологии (свая ЭРТ). Свая ЭРТ [5–21] обладая рядом преимуществ по сравнению с буроинъекционными сваями без уплотнения стенок

скважин и буронабивными сваями, в том числе повышенными значениями несущей способности, примерно в 1,5 ÷ 1,8 раза, как по грунту, так и по телу, что предполагает компактное размещение их в теле усиливаемого фундамента.

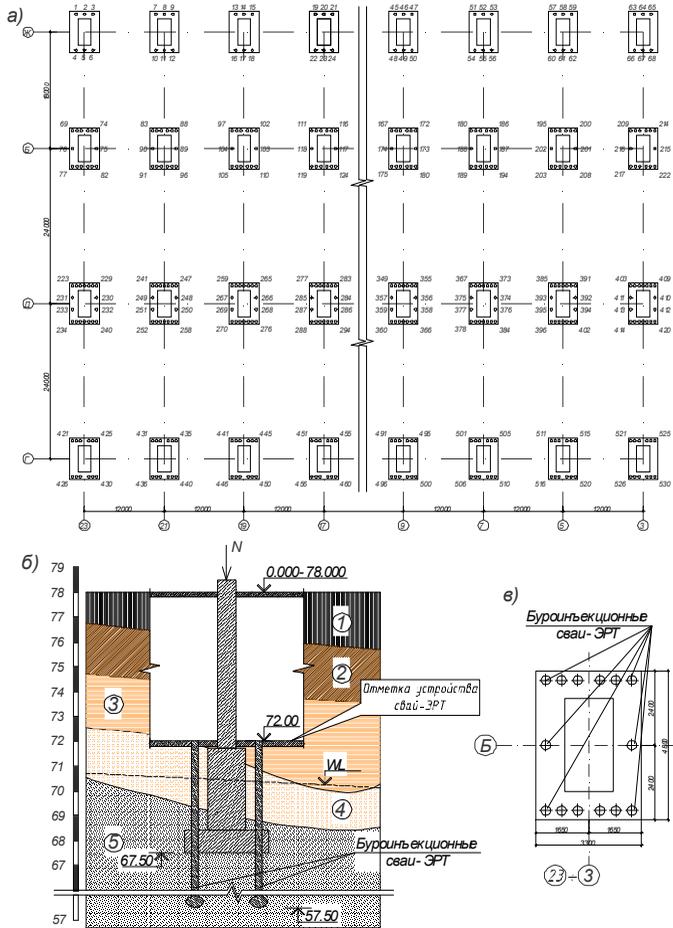


Рис. 1. а) план расположения буронабивных свай-ЭРТ;
б) сечение фундамента в осях Д/12 с привязкой
в инженерно-геологический разрез; в) план буронабивных
свай-ЭРТ усиления основания в осях Б/5

1 – насыпной грунт; 2 – суглинок полутвердый; 3 – супесь; 4 – глина твердая; 5 – пески мелкие водонасыщенные.

Проектом противоаварийных мероприятий предусмотрено усиление оснований фундаментов каркаса и кузнечных молотов №1, 3 с массой ударных частей $Q = 30$ кН и №5, 7 с массой ударных частей $Q = 50$ кН.

На рис. 2 приведен план усиления оснований фундаментов каркаса здания цеха и кузнечных молотов №1, 3, 5, 7.

Здание кузнечно-штамповочного цеха Чебоксарского агрегатного завода представляет каркасное сооружение с размерами в плане в осях (А ÷ Е) / (1 ÷ 20) – $30,0 \times 114,0$ м. Фундаменты здания монолитные железобетонные с глубиной заложения 2,5 м. Колонны – сборные железобетонные двухветвевые. Конструкции покрытия – железобетонные ребристые плиты покрытия по стальным строительным фермам. В цеху функционируют десять кузнечных молотов.

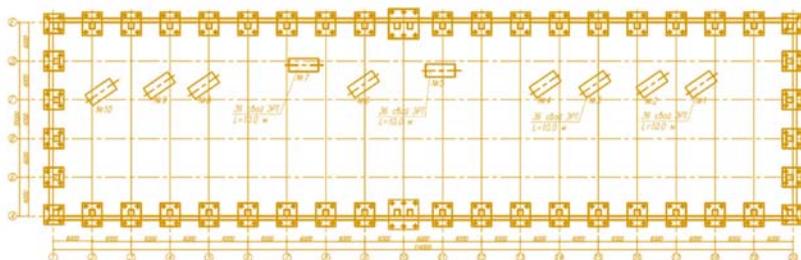


Рис. 2 План свайного поля из буронабивных свай ЭРТ

Рис. 2. План свайного поля из буронабивных свай ЭРТ усиления оснований фундаментов каркаса и кузнечных молотов №№1, 3, 5, 7

Инженерно-геологические условия строительной площадки представлены от поверхности насыпными грунтами мощностью до 2,0 м, ниже залегает суглинок тугопластичный мощностью 3 ÷ 3,5 м. Ниже подстилается суглинок мягкопластичный, под которым залегает глина алевроитовая тугопластичная.

В таблице 1 приведены физико-механические свойства грунтов, а на рис.3 инженерно-геологический разрез с вертикальной привязкой фундаментов железобетонного каркаса здания и кузнечного молота №3.

Таблица 1

Физико-механические свойства грунтов

| № слоев | Удельный вес, γ , кН/м ³ | Показатель текучести, I_L , д.е | Угол внутреннего трения, ϕ , град | Удельное сцепление, C , кПа | Модуль общей деформации, E_0 , кПа |
|---------|--|-----------------------------------|--|-------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | ○ | $R_0 = 100$ кПа | | | |
| 2 | ○ | 18,5 | 27° | 40 | 6500 |
| 3 | ○ | 19,01 | 20° | 15 | 5400 |
| 4 | ○ | 21,0 | 32 | 45 | 12500 |

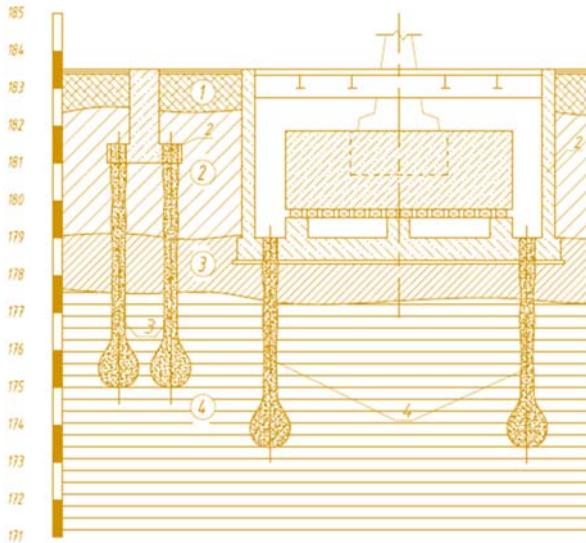


Рис. 3. Инженерно-геологический разрез с вертикальной привязкой заглубленных железобетонных конструкций:
 1 – фундамент каркаса здания; 2 – фундамент кузнечного молота;
 3 – буроналивные сваи–ЭРТ усиления основания фундаментов каркаса; 4 – буроналивные сваи – ЭРТ усиления основания фундаментов кузнечных молотов;

«1» – насыпной слой; «2» – суглинки тугопластичные; «3» – суглинок мягкопластичный; «4» – глина алевритистая тугопластичная.

Производство работ по усилению основания фундаментов каркаса и молотов производила ООО Научно-производственная фирма «ФОРСТ». Вовремя производства работ по реконструкции и после в течение года производился геотехнический мониторинг.

Кроме того, были организованы исследования динамического воздействия кузнечных молотов на основание [1].

Измерения проводились в феврале 2002 г. в молотовом отделении КШЦ Чебоксарского агрегатного завода. Регистрировались колебания при работе молотов №№1, 3, 5, 7 и №6 в осях 12–13. Кроме того, в ряде случаев работали молота №№2, 4, 10, что не оказывало в точках измерения значительных изменений. Выбор источников воздействия и точек измерения определялся их близостью к месту установки нового молота в осях 16–17.

Исследования [1] подтвердили, что свайное поле из свай ЭРТ удовлетворяет требованиям п. 1.21 СНиП 2.02.05-87 «Машины с динамическими нагрузками». Статическое давление под подошвой условного фундамента колонн составляет 240 кПа, что меньше расчетного сопротивления грунта основания 330 кПа. Это указывает на допустимость имеющихся вибраций с точки зрения образования дополнительных осадок фундаментов колонн.

Таким образом, усиление оснований фундаментов каркаса и кузнечных молотов с помощью буроинъекционных свай позволили ликвидировать аварийную ситуацию здания кузнечно-штамповочного цеха.

Вывод:

В статье приведены два удачных примера использования буроинъекционных свай ЭРТ для предотвращения критических (предаварийных) состояний каркаса зданий. Использование этих свай в качестве свай усиления оснований позволили продлить срок службы этих зданий, приведя их в безаварийные эксплуатируемые состояния.

Список литературы / References

1. Заключение «Инструментальное обследование здания КШЦ и прогнозирование колебаний проектируемого фундамента на кузнечный молот 17КШ 5 т/с» на Чебоксарском агрегатном заводе». НИИ оснований и подземных сооружений. Москва, 2002.
2. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.

3. Родионов, В. Н. Основы геомеханики / В. Н. Родионов, И. А. Сизов, В. М. Цветков. – Москва: Недра, 1986. – 301 с.
4. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург: Георе-конструкция, 2010. – 551 с.
5. Sokolov N. Preserving the natural landscape on the construction site for sustainable ecosystem / N. Sokolov, S. Ezhov, S. Ezhova // Journal of Applied Engineering Science. – 2017. – Т. 15. №4. –С. 518–523.
6. Соколов, Н. С. Технология увеличения несущей способности основания / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2019. – №6. –С. 67–71.
7. Соколов, Н. С. Технология увеличения несущей способности основания / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2019. – №6. – С. 67–71.
8. Соколов, Н. С. Буроинъекционная свая ЭРТ как заглубленная железобетонная конструкция / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Г. М. Смирнова [и др.] // Строительные материалы. – 2017. – №9. – С. 47–49.
9. Sokolov, N. S. Methods and technology of ensuring stability of landslide slope using soil anchors / N. S. Sokolov, A. E. Pushkarev, S. A. Evtiukov // Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures, Technologies and Calculations: Proceedings of the International Conference on Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures, Technologies and Calculations, GFAC 2019 (Saint petersburg, 06–08 февраля 2019). – Saint petersburg: Taylor & Francis Group, 2019. – P. 347–350.
10. Соколов, Н. С. Электроимпульсная установка для изготовления буроинъекционных свай / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2018. – №1-2. – С. 62–65.
11. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – №5. – С. 44–47.
12. Соколов, Н. С. Сваи повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Т. Г. Федорова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 411–415.
13. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.
14. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.

15. Соколов Н. С. Патент на полезную модель №161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: №2015126316/03: заявл. 01.07.2015; опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

16. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

17. Патент №2605213 C1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте: № 2015126349/03: заявл. 01.07.2015; опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

18. Пичугин Ю. П. Патент №2282936 C1 Российская Федерация, МПК H03K 3/53. Генератор импульсных токов: №2005102864/09: заявл. 04.02.2005; опубл. 27.08.2006 / Ю. П. Пичугин, Н. С. Соколов; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная фирма «ФОРСТ».

19. Патент №2318960 C2 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной свай: № 2005140716/03: заявл. 26.12.2005; опубл. 10.03.2008 / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов, В. Ю. Таврин, В. А. Абрамушкин.

20. Никонорова, И. В. Хозяйственное освоение зоны влияния Чебоксарского водохранилища / И. В. Никонорова, Н. С. Соколов // Управління водними ресурсами в умовах змін клімату: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21 марта 2017 г.). – Київ: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2017. – С. 71–72.

21. Соколов, Н. С. Определение несущей способности буроинъекционных свай-РИТ со сформированными «подпятниками» / Н. С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 289–292.

22. Соколов Н. С. Оптимальный тип заглубленных железобетонных конструкций при усилении оснований фундаментов промышленных зданий / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Г. Н. Алексеева [и др.] // Строительство и застройка: жизненный цикл - 2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 г.). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 344–352. EDN TFBHFE.

23. Sokolov N. S. Optimum Type of Depth Reinforced Concrete Structures When Strengthening the Foundation of Industrial Buildings / N. S. Sokolov, S. S. Viktorova, G. N. Alekseeva [et al.] // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 197. – P. 281–287. DOI 10.1007/978-981-16-6593-630. EDN GERAAQ.

УДК 536.212.3

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМУ
РАСЧЕТУ УТЕПЛИТЕЛЯ**

П.А. Бурнышева

студент

Н.А. Карачева

студент

Чайковский филиал Пермского национального
исследовательского политехнического университета
г. Чайковский, Россия

Аннотация: в статье приведен теплотехнический расчёт утеплителя на примере городов Чайковский и Санкт-Петербург. В результате проведенного анализа даны предложения по выбору теплоизоляционных материалов для строительства.

Ключевые слова: теплоизоляция, теплотехнические качества, расчёт, преимущество.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THERMAL
INSULATION CALCULATION**

P.A. Burnysheva

student

N.A. Karacheva

student

Tchaikovsky Branch of Perm National
Research Polytechnic University
Tchaikovsky, Russia

Annotation: the article presents the thermal engineering calculation of the insulation using the example of the cities of Tchaikovsky and St. Petersburg. As a result of the analysis, suggestions are given on the choice of thermal insulation materials for construction.

Keywords: thermal insulation, thermal engineering qualities, calculation, advantage.

Как известно, теплоизоляция – это элемент конструкции зданий, который помогает снизить теплопотери. На рынке представлен широкий спектр материалов для утепления крыш, полов и стен, что

затрудняет выбор. Изоляционные материалы характеризуются высокопористой структурой (70–98%), низкой средней плотностью (менее 500 кг/м³) и низкой теплопроводностью (теплопроводность не более 0,175 Вт/(м С)).

Теплоизоляционные материалы используются для уменьшения потери тепла и сохранения комфортной температуры в зданиях. Они обладают низкой теплопроводностью, что позволяет им удерживать тепло внутри помещения и предотвращать его утечку.

Методика теплотехнического расчета заключается в определении экономически целесообразного сопротивления теплопередаче наружной ограждающей конструкции. При этом расчетное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции должно быть не менее требуемого сопротивления теплопередаче.

Так как г. Чайковский и г. Санкт-Петербург находятся на одном климатическом поясе, в области умеренно-континентального климата, их значения для сравнения мы и возьмём.

Пример расчета выполнен для г. Чайковский. Все данные для расчёта необходимо брать из СП 50.13330.2012 и СП 131.13330.2018.

1. По приложению В [2] определяем зону влажности – сухая.
2. По таблице 2 определяем условия эксплуатации ограждающей конструкции. Для нормального влажностного режима помещения и сухой зоне влажности – условия эксплуатации ограждающей конструкции А.
3. По таблице 3.1 [1] определяем исходные данные для расчета:
 - температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 – $t_{в} = - 34^{\circ}\text{C}$;
 - средняя температура наружного воздуха – $t_{от} = - 5,5^{\circ}\text{C}$;
 - продолжительность отопительного периода – $Z_{от} = 215$ сут.
4. По приложению [2] определяем теплотехнические характеристики материалов (для условий эксплуатации А). На рисунке представлена конструкция наружной стены, где 1, 3 – кирпичная кладка, 2 – теплоизоляционный слой, 4 – штукатурный раствор.

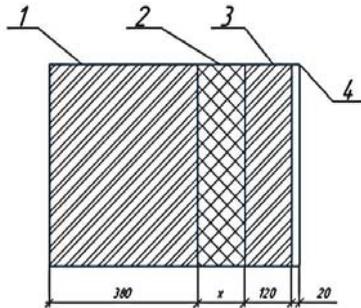


Рис. Конструкция наружной кирпичной стены

Таблица 1

Конструктивные слои наружной стены

| Материал слоя, ограждающей конструкции | Толщина б, м | Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м·°С | Плотность γ , кг/м ³ |
|---|--------------|--|--|
| Слой известково-песчаного раствора | 0,02 | 0,81 | 1600 |
| Кладка из обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе | 0,5 | 0,7 | 1800 |
| Утеплитель «Polarquard 20» | x | 0,045 | 45 |

Согласно пункту 5 [2] требования тепловой защиты здания сводятся к выполнению следующих условий:

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

б) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование), проверяется только при проведении экспертизы проекта здания;

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

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований:

$$R_0^{\text{норм}} \leq R_0^{\text{пр}};$$

$$\Delta t_0 \leq \Delta t^{\text{н}}$$

Градусо-сутки отопительного периода определяем по формуле:
ГСОП = (21 + 5,5) × 215 = 5697,5 град · сут.

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, R_0 норм, ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт, следует определять по формуле:

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тр}} \times m_p,$$

m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства. В расчете принимается равным 1.

По таблице 3 [2] определяем нормируемое сопротивление теплопередаче для стен жилых зданий:

$$R_0^{\text{тр}} = a \cdot \text{ГСОП} + b;$$

где, $a = 0,00035$, $b = 1,4$;

тогда:

$$R_0^{\text{норм}} = (0,00035 \cdot 5697,5 + 1,4) \cdot 1 = 3,394 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{пр}}$ многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями определяем по формуле:

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\text{к}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}};$$

$$R_{\text{к}} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{x}{\lambda_3}.$$

По таблице 4 [2] определяем коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стен: $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

По таблице 6 [2] определяем коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стен: $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

Тогда:

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,5}{0,7} + \frac{x}{0,045} + \frac{1}{23} = 0,896 + \frac{x}{0,045};$$

$$R_0^{\text{пр}} = 0,896 + \frac{x}{0,045} \geq R_0^{\text{норм}} = 3,394;$$

$$\frac{x}{0,045} \geq 3,394 - 0,896;$$

$$x \geq 0,112.$$

Принимаем толщину утеплителя 100 мм.

Фактическое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,5}{0,7} + \frac{0,12}{0,045} + \frac{1}{23} = 4,209 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Температурный перепад, коэффициент n принимается $n = 1$ для наружных стен.

$$\Delta t_0 = \frac{1(21 + 23)}{3,394 \times 8,7} = 1,8^\circ\text{C}.$$

По таблице 5 [2] определяем нормируемый температурный перепад: для наружных стен жилых зданий $\Delta t^H = 4^\circ\text{C}$.

Проверим выполнение поэлементных требований:

$$R_0^{\text{нр}} = 4,209 \geq R_0^{\text{норм}} = 3,394.$$

Проверим выполнение условия:

$$\Delta t_0 = 1,8^\circ\text{C} \leq \Delta t_n = 4^\circ\text{C}.$$

Условия соблюдаются. Требования тепловой защиты выполнены.

Из расчета определена толщина утеплителя – 120 мм, толщина наружной стены 640 мм.

Относительная влажность в зимний период в г. Чайковский – 93%. Температура воздуха в помещении – 21°C , следовательно, точка росы составляет примерно $19,82^\circ\text{C}$.

По аналогии при расчете для г. Санкт-Петербурга толщина утеплителя равна 100 мм, а толщина наружной стены 600 мм, точка росы равна $18,56^\circ\text{C}$.

Таблица 2
Сравнительная таблица теплоизоляционных свойств

| Характеристики | г. Чайковский | г. Санкт-Петербург |
|------------------------------|---------------|--------------------|
| Теплопроводность, Вт/мК | Не более 0,04 | Не более 0,035 |
| Паропроницаемость, мг/мПа | 0,3...0,5 | Не менее 0,3 |
| Плотность, кг/м ³ | 10...250 | 30...150 |
| Пожаробезопасность | К1 | Г1 |

Вывод: несмотря на то, что г. Чайковский и г. Санкт-Петербург находятся на одном климатическом поясе, утеплители для них имеют разные характеристики.

Список литературы / References

1. СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология».
2. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».
3. Бердюгин, И. А. Теплоизоляционные материалы в строительстве. Каменная вата или стекловолокно: сравнительный анализ / И. А. Бердюгин // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – №1. – С. 26.

УДК 636.4.033

ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ПРИСТРОЕК ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

В.Н. Васильев

студент
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: в статье рассмотрен процесс реконструкции жилых, общественных и производственных зданий как особый вид строительных работ, улучшающий архитектурную выразительность зданий.

Ключевые слова: реконструкция, надстройки, пристройки, встройки, архитектурные формы.

FEATURES OF THE CONSTRUCTION OF EXTENSIONS DURING THE RECONSTRUCTION OF BUILDINGS

V.N. Vasiliev

student
I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the article considers the process of reconstruction of residential, public and industrial buildings as a special type of construction work that improves the architectural expressiveness of buildings.

Keywords: reconstruction, superstructures, extensions, outbuildings, architectural forms.

Реконструкция зданий и сооружений относится к особому виду строительных работ, представляющих из себя комплекс строительных работ и организационно-технических мероприятий, связанных с изменением основных технико-экономических показателей (высоты, количества этажей, площади, объема), проводимых:

- для гражданских зданий с целью повышения комфортности проживания, качества обслуживания, увеличения объема услуг;
- для промышленных зданий с целью технического перевооружения, модернизации производства, направленных на изменение номенклатуры и/или увеличения объема выпускаемой продукции, улучшения условий труда.

Необходимость реконструкции жилых, общественных и производственных зданий связана с устранением морального и физического старения, вызванного как объективными (естественный износ, изме-

нение представлений о комфортности, научно-технический прогресс), так и субъективными (низкое качество технической эксплуатации, несвоевременное проведение ремонтов и т.п.) причинами. [1].

Пристройки к зданиям и встройки осуществляют в случаях, когда необходимо устранить разрыв между зданиями или увеличить ширину корпуса. Чаще всего новый объем, добавляемый к существующему зданию в процессе реконструкции застройки, пристраивают в торец или сбоку (см. рис. 1).

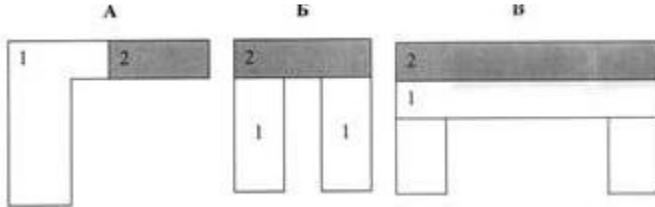


Рис. 1. Пристройки и встройки

Пристройка может осуществляться с новой параллельной стеной и без нее. В первом случае пристраиваемое здание, как правило, выше существующего, во втором случае они имеют одинаковую высоту. Встройки применяют и в случаях архитектурного объединения конгломерата разностильных зданий. В случае удачного применения надстроек, встроек и пристроек можно получить градостроительный комплекс, в котором сосуществуют старые и новые архитектурные формы, порождая новое качество городской застройки.

Конструктивно пристройки решаются как объекты нового строительства. И лишь в местах примыкания новых объемов к существующим приходится осуществлять комплекс специальных конструктивных мер, связанных прежде всего с потенциальной возможностью появления осадочных деформаций. В основаниях старых зданий грунт за время эксплуатации уплотнился, а основание под новым зданием будет уплотняться в течение достаточно длительного срока (годами) в зависимости от величины и характера нагрузки. Поэтому примыкание нового строения к существующим должно выполняться с обязательным устройством осадочных швов, обеспечивающих беспрепятственное вертикальное смещение пристройки или встройки относительно существующего здания и исключающих дополнительные деформации пристройки.

При симметричном фундаменте под старым зданием и совпадении подошвы нового и существующего фундаментов деформационный шов выполняют путем забивки деревянного шпунта по грани старого фундамента и устройстве вплотную к нему нового.

Зазор между новой и существующей стеной принимают не менее 20 мм и тщательно герметизируют.

При небольшой ширине нового фундамента край стены пристройки выполняют за счет ступенчатого смещения кладки, при большой ширине нового или старого фундаментов – на консольных участках балок или плиты, вылет которых определяется размерами фундаментов. Аналогичное решение применяют при наличии новой стены, параллельной существующей.

Чаще всего пристройки выполняют на новой конструктивной основе с устройством деформационного шва между зданиями. Деформационный шов, выполненный путем забивки деревянного шпунта по грани старого фундамента при устройстве к нему вплотную нового, устраивают при симметричном фундаменте под старым зданием и совпадении подошвы нового и существующего. Зазор между новой и существующей стеной принимают не менее 20 мм, который тщательно герметизируют. [2].

При небольшой ширине нового фундамента край стены пристройки выполняют за счет ступенчатого смещения кладки, при большой ширине нового или старого фундаментов – на консольных участках балок или плиты, вылет которых определяется размерами фундаментов. Возведение пристроек рекомендуется выполнять на свайных фундаментах из буронабивных или винтовых свай, для исключения дополнительных просадок существующих зданий. При невозможности устройства новых фундаментов рядом с существующими допускается располагать их на некотором расстоянии, а пространство между новым и существующим зданием заполнять с помощью балок-вставок, опирающихся на старые и новые несущие конструкции. В этом случае узлы опирания балок должны обеспечить устойчивость конструкций вставки к возможным неравномерным осадкам фундаментов существующего и пристраиваемого зданий. [2].

При проектировании встроек и пристроек к реконструируемому зданию (в том числе лоджий, лифтовых шахт, ризалитов, мусоропроводов и т. п.) должны предусматриваться мероприятия по обеспечению минимальной разности осадок существующего здания и пристраиваемых к нему объемов и возможности их взаимных смещений без снижения эксплуатационных качеств здания и его элементов.

Новые фундаменты, как правило, необходимо закладывать на одной отметке с существующими фундаментами.

Таким образом, процесс реконструкции зданий должен проводиться комплексно. Надстройки и пристройки должны не только удовлетворять потребительские качества за счет уплотнения жилой застройки, но и улучшать архитектурную выразительность зданий,

учитывать взаимную увязку решений по планировочной организации жилой территории, сносу малоценных строений и реконструкции сохраняемых жилых домов с учетом выполнения требований по инсоляции и аэрации. [2].

Список литературы / References

1. Золотозубов, Д. Г. Реконструкция зданий и сооружений / Д. Г. Золотозубов, М. А. Безгодов. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014.

2. Щеглова, Я. Э. Особенности возведения надстроек и пристроек при реконструкции зданий / Я. Э. Щеглова, А. Н. Леонова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2021. – №4.

3. Маклакова, Т. Г. Конструкции гражданских зданий / Т. Г. Маклакова, С. М. Нанасова. – Москва, 2000.

4. Крутов, В. И. Основания и фундаменты на насыпных грунтах / В. И. Крутов. – Москва: Стройиздат, 2008.

УДК 691.322.7

**ТЕХНОЛОГИЯ ЭРТ СТРОИТЕЛЬСТВА
ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ
НА СТРУКТУРНО-НЕУСТОЙЧИВЫХ СКЛОНАХ**

К.А. Кириллов

студент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

Аннотация: возведение и реконструкция зданий и сооружений на проблемных инженерно-геологических и пересеченных территориях с наличием оврагов, неустойчивых склонов является актуальной задачей современного геотехнического строительства. Она еще усугубляется с наличием в основаниях проектируемых объектов перемеживающихся инженерно-геологических элементов со пониженными значениями физико-механических характеристик. Зачастую встречаются линзы, выклинивания слоев слабых грунтов с неустойчивыми физико-механическими свойствами. В статье рассмотрен случай возведения фундаментов с использованием буринъекционных свай ЭРТ и монолитных железобетонных ростверков под смонтированный напорный трубопровод $d=1020,0$ мм.

Ключевые слова: удерживающие заглубленные конструкции, геотехническое строительство, электроразрядная технология ЭРТ, буроинъекционная свая ЭРТ, железобетонный ростверк.

**EDT TECHNOLOGY FOR CONSTRUCTION
OF ENGINEERING STRUCTURES
ON STRUCTURALLY UNSTABLE SLOPES**

K.A. Kirillov

student

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the construction and reconstruction of buildings and structures in problematic engineering-geological and rugged territories with the presence of ravines and unstable slopes is an urgent task of modern geotechnical construction. It is further aggravated by the presence in the foundations of the designed objects of intermittent engineering-geological elements with reduced values of physical and mechanical characteristics. Often there are lenses, pinching out of layers of soft soils with unstable physical and mechanical properties. The article examines the case of constructing foundations using EDT drilled injection piles and monolithic reinforced concrete grillages for an installed pressure pipeline $d=1020.0\text{ mm}$.

Keywords: retaining buried structures, geotechnical construction, electric discharge technology EDT, drilled injection pile EDT, reinforced concrete grillage.

Строительство инженерных сооружений на неустойчивых сильно пересеченных склонах [1–7] представляет собой сложную инженерную и геотехническую проблему. В связи с этим возникают сложности связанные с обеспечением прочности оснований [8–16], а также необходимости геотехнических расчетов устойчивости заглубленных строительных конструкций [11–16]. Необходимо отметить, что основополагающими нормативными документами в геотехническом строительстве являются своды правил СП 22.13330.2016 Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений» и СП 24.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП «Свайные

фундаменты». Неукоснительное осуществление требований изложенных в них должно являться принципиальным для геотехников и строителей, осуществляющие подобные работы.

Ниже рассматривается один из случаев из геотехнической практики строительства напорных водоводов высокого давления на структурно неустойчивом склоне.

Проектируемый водовод начинается от юго-западного угла дома №22к1 по ул. Короленко г. Чебоксары и протягивается в северо-западном направлении через долину овражно-балочной сети р. Сугутка до угла дома №25А по ул. Набережная реки Сугутки.

В геоморфологическом отношении участок работ расположен в долине овражно-балочной сети р. Сугутка. Абсолютные отметки поверхности изменяются от 76,80–81,0 м в пределах поймы и до 91,0–97,80 м на бровке бортов склонов овражно-балочной сети.

Долина овражно-балочной сети на участке работ имеет корытообразную форму, общей шириной 230,0–240,0 м, с четко выраженной поймой и его уступом по правому склону. Левый борт овражно-балочной сети высотой ~ 15,0–18,0 м, крутизной 24°.

Бровка правого борта овражно-балочной сети сложена техногенными неоднородными грунтами до глубины 8,50 м и в прибровочной части представлена уступом. Крутизна склона на данном участке 27°, высотой 18,0–20,0 м. В настоящее время склон залесен низкоствольными деревьями и кустарником.

Пойма на данном участке четко выраженная с шириной ~ 100,0 м, подтапливаемая в весенний период. Наблюдается водоток от искусственного пруда, расположенного на правой надпойменной террасе, в сторону р. Сугутка.

Инженерно- геологический разрез на исследуемой площадке до глубины бурения 20,0 м в ходе выполнения буровых работ и лабораторных исследований сложен (сверху-вниз): голоценовыми делювиальными (dQh), плейстоценовыми лессовыми отложениями (prQp) проблематичного генезиса, аллювиальными (aQp), пролювиально-делювиальными (dpQp) отложениями подстилаемые верхнепермскими отложениями (P3s+v). Сверху данные отложения перекрыты техногенными грунтами (tQh).

На участке строительства объекта с дневной поверхности в пределах бровки овражно-балочной сети и уступа залегают техногенные от-

ложения, представленные суглинками коричневыми, темно-коричневыми, от полутвердой до тугопластичной консистенции, с включением мелкого строительного и бытового мусора (щебень, бетон, бой кирпича, арматура, полиэтиленовые пленки и т. д.) с погребенным почвенно-растительным слоем. Возраст насыпи более 5 лет. Общая мощность техногенных грунтов составляет от 0,6 м в тальвеге овражно-балочной сети, до 8,5 м на бровке правого склона.

Плейстоценовые делювиальные (dQh) и лессовые отложения (rgQp) проблематичного генезиса вскрыты в западной части участка работ, на бровке левого склона. Представлены суглинками легкими пылеватыми, коричневыми, светло-коричневыми, полутвердой консистенции, точно гумусированными, с остатками корней растительности, трещиноватыми, ожелезненными, с белыми известковыми стяжениями, пористыми. Вскрыты отложения на глубине 1,10 м (абс. отм. 92.50 м), мощностью 12,40 м.

Плейстоценовые пролювиально-делювиальные (dpQp) отложения на участке работ представлены: 1. Суглинками коричневыми, темно-коричневыми, красновато-коричневыми, от тугопластичной до мягкопластичной консистенции, гумусированными, ожелезненными, опесчаненными, с включением корней растительных остатков, с гнездами известковистости. 2. Песками коричневыми, табачно-коричневыми, мелкими, ожелезненными, глинистыми, от влажных до водонасыщенных, с включением алевритов. Вскрыты на глубине 3,50–13,90 м (абс. отм. 79.70–89.30 м), мощностью 1,50–8,80 м.

Примечания.

1. Плейстоценовые аллювиальные отложения вскрыты в пойменной части долины реки Сугутка и представлены суглинками серыми, темно-серыми, от мягкопластичной до текучепластичной консистенции, гумусированными, с остатками корней растительности, ожелезненными. Вскрыты с поверхности и до глубины 3,40 м, мощностью 3,10–8,20 м.

2. Верхнепермские отложения (P_{3s+v}) представлены глинами красновато-красными, красными, с тонкими прослоями и гнездами алевритов и песков, с включением известковистости, ожелезненные по трещинам. Вскрыты терригенные коренные отложения на глубине 5,00–17,30 м (абс. отм. 69.65–80.50 м), мощностью от 2,70 м до 6,30 м.

Условия залегания литологических разновидностей грунтов представлены на инженерно-геологическом разрезе, а послышное описание грунтов приведено в геолого-литологических колонках.

На основании проведенных полевых и лабораторных исследований в соответствии с существующими нормативными документами на площадке строительства выделены шесть инженерно-геологических элементов (см. рис. 1): ИГЭ № 1. Суглинки легкие пылеватые, полутвердые (t_{QIV}); ИГЭ № 2. Суглинки легкие пылеватые, полутвердые, слабopосадочные ($d_{Qh}+p_{rQp}$); ИГЭ №3. Суглинки легкие пылеватые, тугомягкопластичные (d_{pQp}); ИГЭ № 4. Пески мелкие, влажные - водонасыщенные, средней плотности (d_{pQp}); ИГЭ № 5. Суглинки легкие песчанистые, текуче-мягкопластичные (a_{Qp}); ИГЭ № 6. Глины легкие пылеватые, полутвердые - твердые (P_{3s+iv}).

На период проведенных инженерно-геологических изысканий на рассматриваемом участке работ до глубины бурения 20,0 м были вскрыты безнапорные грунтовые воды. В пойменной части долины р. Сугутка (абс. отм. 76.80 м) уровень подземных вод установился на поверхности земли, и на глубине 12,0–14,0 м в приборочной части (абс. отм. 81.6–83.8 м). Установившийся уровень подземных вод зафиксирован в аллювиальных (ИГЭ №5) и пролювиально-делювиальных отложениях (ИГЭ 3, 4).

Питание горизонта подземных вод осуществляется, преимущественно, в весенне-летний и в осенний периоды путём инфильтрации талых вод и атмосферных осадков в тальвеге овражно-балочной сети, а также будет осуществляться за счет утечек из водонесущих коммуникаций. Подземный фильтрационный поток направлен в сторону овражно-балочной сети долины р. Сугутка, где и происходит разгрузка.

При возведении напорного водовода высокого давления рекомендовано выполнение мероприятий по регулированию поверхностного стока в сторону реки Сугутка для предотвращения образования промоин – эрозии неустойчивого склона. Эти мероприятия особенно необходимо в связи с выявленными обстоятельствами, что по результатам выполненных инженерно-геологических изысканий геологические и инженерно-геологические процессы, влияющие на условия строительства, выражены в виде просадочности лессовых суглинков ИГЭ №2, вскрытые в западной части участка

работ, на бровке левого склона, коэффициент относительной просадочности ε_{sl} при замачивании под нагрузкой $P = 0,2$ МПа составляет $\varepsilon_{sl} = 0,113$, начальное просадочное давление $P_{sl} = 0,005$ МПа, тип грунтовых условий по просадочности – первый. Мощность просадочной толщи составляет $H_{sl} = 9,80$ м. Данные грунты при замачивании резко теряют свои прочностные и деформационные характеристики. При динамических нагрузках у данных грунтов также могут проявиться тиксотропные свойства.

Опасные геологические процессы на исследованном участке возможны в виде оползня грунтов и промоин в связи с неоднородностью сложения инженерно-геологического разреза с включениями просадочных грунтов правого склона, а также техногенными грунтами, и из-за неорганизованного сброса поверхностного стока по склону в сторону овражно-балочной сети. Также учтены разработанные геотехнические мероприятия, предотвращающие возможное замачивание лессовых грунтов при техногенном подтоплении вследствие нарушений условий стока поверхностных вод и утечек из водонесущих коммуникаций.

На рис. 2 приводится схема устройства фундаментов под напорный трубопровод диаметром $d = 1020,0$ мм. При этом труба смонтирована методом прокола. Устройство фундаментов производится уже под выложенную трубу в нижеприведенной последовательности (см. рис. 3 и 4) методом «сверху-вниз». В качестве заглубленных железобетонных конструкций гармонично подходят буроинъекционные сваи [8, 10–12] изготавливаемые по электроразрядной технологии – сваи ЭРТ и возводимые по обеим сторонам трубы. По оголовкам свай ЭРТ уже устраиваются монолитные железобетонные ростверки, одновременно вовлекая возведенный фундамент с инженерным сооружением.

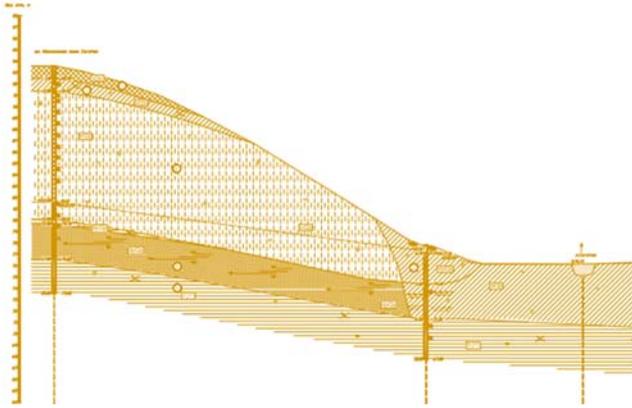


Рис. 1. Инженеро-геологический разрез

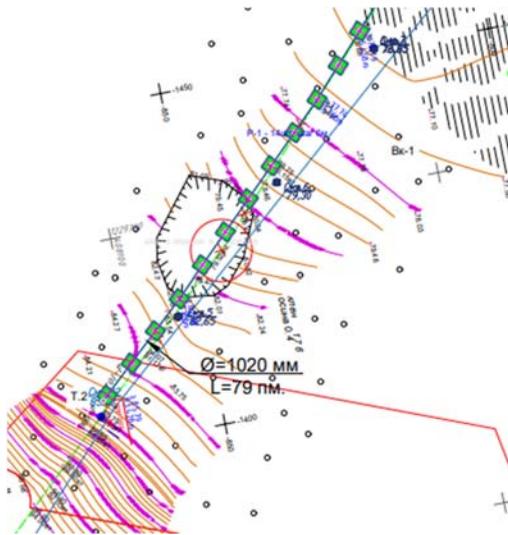


Рис. 2. План монолитных железобетонных ростверков
по напорный трубопровод $d = 1020,0 \text{ мм}$

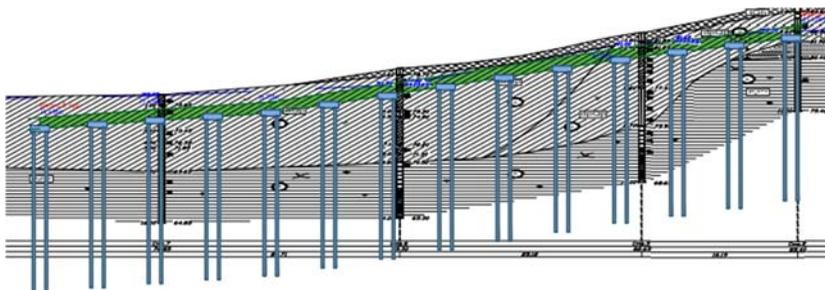


Рис. 3. Вертикальная привязка буроинъекционных свай ЭРТ и монолитных железобетонных ростверков по напорный трубопровод $d = 1020,0$ мм

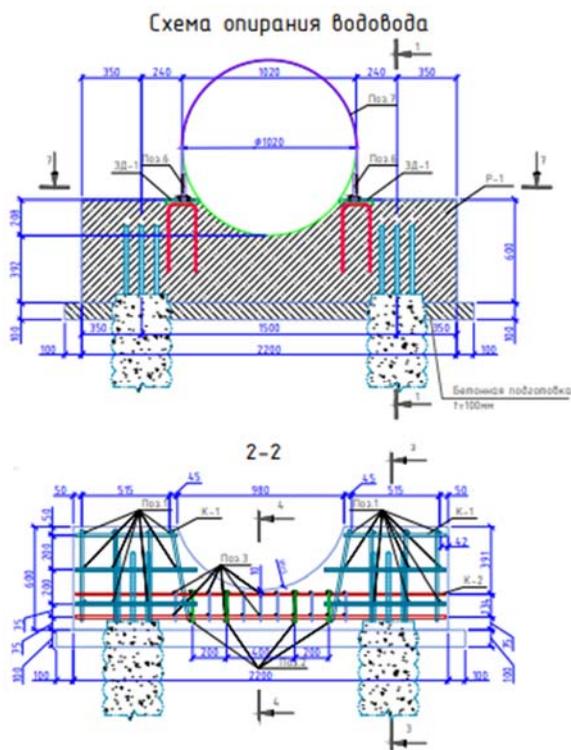


Рис. 4. Узел передачи нагрузки от напорного трубопровода $d = 1020,0$ мм на монолитный железобетонный ростверк

Список литературы / References

1. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.
2. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург: Геореконструкция, 2010. – 551 с.
3. Ilichev, V. A. Deformations of the Retaining Structures Upon Deep Excavations in Moscow / V. A. Ilichev, P. A. Konovalov, N. S. Nikiforova, L. A. Bulgakov // Proc. Of Fifth Int. Conf on Case Histories in Geotechnical Engineering (April 3–17). New York, 2004. Pp. 5–24.
4. Ilichev, V. A. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation trenches / V. A. Ilichev, N. S. Nikiforova, E. B. Koreneva // Geo-technical Engineering in urban Environments: Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. (Madrid Spain, 24–27th September 2007). – Vol. 2. – Pp. 581–585.
5. Nikiforova N. S. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7th Int. Symp / N. S. Nikiforova, D. A. Vnukov // Geotechnical aspects of underground construction in soft ground (16–18 May, 2011). tc28 IS Roma, AGI. – 2011. – №157NIK.
6. Nikiforova N. S. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation / N. S. Nikiforova, D. A. Vnukov // Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, Pp. 338–342.
7. Petrukhin, V. P. Effect of geotechnical work on settlement of surrounding buildings at underground construction / V. P. Petrukhin, O. A. Shuljatjev, O. A. //Mozgacheva Proceedings of the 13th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Prague, 2003.
8. Соколов, Н. С. Технологические приемы устройства буронагнетационных свай с многоместными уширениями / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. 2016. 10. С. 54.
9. Соколов, Н. С. Несоответствия в надежной эксплуатации объекта культурного наследия – Чувашского драматического театра им К.В. Иванова / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов //Жилищное строительство. – 2023. – №4. – С. 70–75.
10. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буронагнетационных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции. – 2014. – С. 415–420.
11. Соколов, Н. С. Расчет буронагнетационных свай ЭРТ повышенной несущей способности / Н.С. Соколов, А. Н. Соколов, С. Н. Соколов [и др.] // Жилищное строительство. – 2017. – №11. –С. 20–25.
12. Соколов Н. С. Опыт восстановления здания Введенского кафедрального собора в городе Чебоксары / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Геотехника. – 2016. – №1. – С. 60–65.

13. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроналивных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.

14. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроналивных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.

15. Патент на полезную модель №161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: №2015126316/03: заявл. 01.07.2015опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

16. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противопожарной подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – № 12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

УДК 691-4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АРМАТУРЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СВАЙ

К.А. Кириллов

студент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

Аннотация: данная статья рассматривает искусственный интеллект в промышленности, для выявления дефектов, а также для оптимизации расхода дорогостоящих материалов, применяемых при производстве стали.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), производства арматуры.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
IN THE PRODUCTION OF REINFORCEMENT FOR THE MANU-
FACTURE OF REINFORCED CONCRETE PILES

K.A. Kirillov

student

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: this article examines artificial intelligence in industry, to identify defects, as well as to optimize the consumption of expensive materials used in the production of steel.

Keywords: artificial intelligence (AI), rebar production.

Использование искусственного интеллекта в промышленности. Часто люди, работающие в области технологий искусственного интеллекта, представляют себе металлургический завод как нечто монструозное по форме и консервативное по внутренним процессам. Надо сказать, мои начальные представления о металлургическом производстве были такими же метафоричными.

Погрузившись в актуальные проблемы настоящего металлургического завода, сформировали представление о реальном положении вещей. Для любого металлургического производства одной из самых актуальных проблем является снижение себестоимости продукции без потери качества или с его повышением. Те подходы к решению проблем, которые использовались на протяжении десятков лет – капитальный ремонт оборудования или техническое перевооружение – очень дорогие, долгие и не всегда приносят ожидаемого эффекта.

Сегодня с помощью новых технологий и инструментов работы с данными эту проблему можно решить более эффективным способом – внедрением интеллектуальных решений, в частности, для оптимизации расхода дорогостоящих материалов, применяемых при производстве стали. Самыми дорогостоящими материалами являются ферросплавы. Обычно их стоимость составляет большую долю от материальных затрат на производство стали – от 5 до 30% в зависимости от марки и технологического процесса. Так, например, для одних марок стали используются ферросплавы стоимостью 60 тыс. руб. за тонну, а для других – существенно более дорогостоящие, стоимостью 3 млн руб. за тонну. Поэтому даже незначительное снижение их расхода способно дать заметное сокращение затрат.

Металлургические производства заинтересованы в применении подобных решений в силу минимального воздействия на технологический процесс с возможностью достижения значительного экономического эффекта [1–4].

Тем не менее, полного доверия к искусственному интеллекту пока не сформировалось из-за высокой степени ответственности возлагаемых на него функций. Так, например, если интеллектуальное решение приведет к неправильному химическому составу 200 тонн стали и, как следствие, – к необходимости ее разбавления и переплавки, то потребуются дополнительные затраты времени, материально-технических и энергетических ресурсов, а соответственно и незапланированные финансовые затраты. К тому же это нарушит производственный план выпуска продукции. Поэтому при разработке интеллектуальных систем для промышленности необходимо учитывать специфические особенности производства. Специфика производства накладывает свой отпечаток на каждый этап разработки интеллектуального решения.

При работе над проектом необходимо учитывать уникальные условия производства, оборудования и управления данными.

1. Сбор и анализ данных. На многих производствах до сих пор стоит оборудование, установленное в середине прошлого века без возможности автоматического отслеживания его состояния.

2. Разработка моделей. Недостаточно иметь экспертизу только в методах машинного обучения, нужно знать физико-химические особенности процесса производства и быть экспертом в предметной области.

3. Тестирование решения и проведение опытной эксплуатации. Никакой тестовый стенд не заменит возможности получения достоверной обратной связи на реальном непрерывном производстве, при этом ошибки должны быть сведены к минимуму, чтобы не привести к сбою технологического процесса.

4. Разработка интерфейсов пользователей. Пульт сталевара похож на пульт Центра управления полетами со множеством элементов управления и мониторами, на каждом из которых в режиме реального времени транслируется большое количество информации о состоянии текущего процесса.

Об одном из разработанных интеллектуальных решений на металлургическом заводе я и собираюсь рассказать.

Немного о самом процессе производства стали. Производство стали – сложный технологический процесс. В мире существует более 3500 марок стали.

Марочник сталей и сплавов (под редакцией чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. Ю.Г. Драгунова и заслуж. деятеля науки РФ, д.т.н., проф. А.С. Зубченко) включает в свой перечень более 700 марок. Они классифицируются по химическому составу, назначению и качеству, методу выплавки. Каждая марка имеет свой химический состав, который влияет на ее прочность, пластичность, жаропрочность и другие характеристики, востребованные в разных сферах применения. Например, для изготовления железнодорожных рельсов применяется сталь с повышенной износостойкостью, для изготовления промышленных труб, предназначенных для длительной работы при температурах до 600°C, применяется жаропрочная сталь, а для производства швейных и медицинских игл с высокими технологическими требованиями – высокоуглеродистая коррозионно-стойкая сталь с малой вязкостью.

Ферросплавы – материалы, содержащие набор химических элементов в различном пропорциональном соотношении. Они добавляются (присаживаются) в расплав для достижения требуемого химического состава в зависимости от конкретной марки стали. Данный процесс называется легированием. Так, для изготовления медицинской стали применяемые ферросплавы содержат элементы, которые не должны содержаться в стали для рельсов (например, медь, никель, титан), и наоборот (ванадий). Сегодня современные производства используют дуговые сталеплавильные печи и конвертеры, имеющие высокую мощность и производительность.

Список литературы / References

1. Акинин, М. В. Нейросетевые системы искусственного интеллекта в задачах обработки изображений / М. В. Акинин, М. Б. Никифоров, А. И. Таганов. – ГЛТ, 2016. – 152 с.

2. Николенко С. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей / С. Николенко, Е. Кадулин, А. Архангельская. – Санкт-Петербург, 2018. – 480 с.

3. Заргарян, Е. В. Анализ существующих нейронных сетей и их применение в настоящее время / Е. В. Заргарян, А. В. Ганциевский // VII Международная научная конференция, посвященная 85-летию Донецкого национального университета. – 2022. – С. 159.

4. Федоров, А. Ф. Патент № 2106323 С1 Российская Федерация, МПК С04В 33/13, С04В 33/00, С04В 33/30. способ изготовления строительных изделий: №95112284/03: заявл. 18.07.1995: опубл. 10.03.1998 / А. Ф. Федоров, М. В. Петров, В. Ф. Богданов; заявитель Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова. EDN WGJUIH.

УДК 624.1

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ
СПОСОБНОСТИ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ**

М.С. Мухин

студент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

Аннотация: рассмотрен случай необдуманного строительства двухэтажного кирпичного здания, в зоне геотехнического влияния эксплуатируемого здания и приведшего его в аварийное состояние. Своевременно принятые противоаварийные мероприятия включающие усиление основания с помощью буроинъекционных свай-ЭРТ и страховочных мероприятий как устройство предварительно напряженных затяжек из 8 рядов высокопрочной арматуры, ограждающей подпорной стены из 2-х рядов буроинъекционных свай-ЭРТ Ø 350 мм изготовленных по электроразрядной технологии со стороны алтаря, позволили сохранить памятник архитектуры федерального здания от обрушения.

Ключевые слова: деформационные трещины, скорость деформаций, буроинъекционная свая, электроразрядная технология, чрезвычайная комиссия.

**THE USE OF BURIED REINFORCED CONCRETE
STRUCTURES WITH INCREASED LOAD-BEARING
CAPACITY IN ORDER TO ENSURE RELIABLE
OPERATION OF EXISTING FACILITIES**

M.S. Mukhin

student

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the case of the ill-considered construction of a two-storey brick building in the zone of geotechnical influence of the operated building and brought it into disrepair is considered. Timely emergency measures taken, including strengthening the base with the help of drill-injection piles-ERTS and safety measures as a device of prestressed puffs from 8 rows of high-strength reinforcement enclosing a retaining wall from 2 rows of drill-injection piles-ERTS Ø 350 mm made using electric discharge technology from the altar side, allowed to preserve the architectural monument of the federal building from collapse.

Keywords: deformation cracks, deformation rate, boron injection pile, electric discharge technology, emergency commission.

Любое предполагаемое строительство [1–17] в зоне геотехнического влияния требует особого рассмотрения, как на этапе принятия проектного решения, так и на этапе возведения. Должны быть проанализированы все возможные строительные риски. В настоящей статье приводится наглядно демонстрирующий пример пренебрежения законами механики грунтов, геотехники и технологии возведения зданий и сооружений, в результате чего возникла аварийная ситуация.

Так в 2004 г. в апреле на наружных стенах здания Чебоксарского кафедрального Введенского собора появились вертикальные трещины (рис. 1) деформационного характера. Первые дефекты появились на уровне чердака на стенах северной и южной частях Собора, т. е. здание храма расколосось на две части. Скорость раскрытия трещин достигла $10 \div 15$ мм/сутки. Создалась аварийная ситуация, приведшая к возможному его обрушению. Оперативно созданная чрезвычайная комиссия констатировала причиной аварийных деформаций Собора и влиянием строительства здания резиденции Владыки Чебоксарской и Чувашской епархии со стороны

алтаря на близком расстоянии от храма. Возведение двухэтажного кирпичного здания на ленточных фундаментах со сборными многопустотными плитами перекрытий было начато осенью 2003 г.

В апреле 2004 г. оно имело только фундаменты без перекрытия цокольного этажа, т. е. его основание на протяжении всего зимнего периода 2003–2004 гг. находилось в замороженном состоянии. Таким образом, деформация Собора началась как раз на период оттаивания основания.

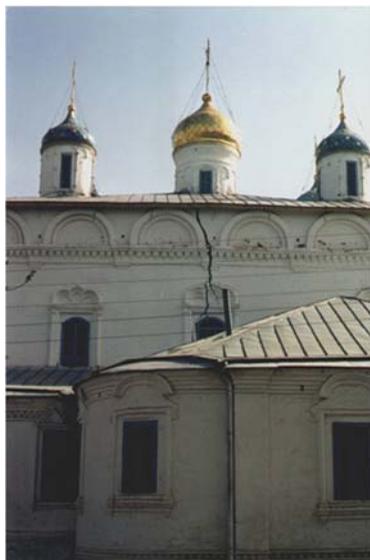


Рис. 1. Трещина над оконным проемом храма (северный фасад)

Комиссия установила, что, скорее всего, здание Собора пришло в движение в результате процесса выдавливания грунтов из-под подошвы фундаментов.

Оперативно организованы следующие мероприятия: геотехнический мониторинг за развитием трещин (см. рис. 2); обследование технического состояния аварийного здания, с целью выявления остаточной несущей способности, а также инженерно-геологические изыскания.

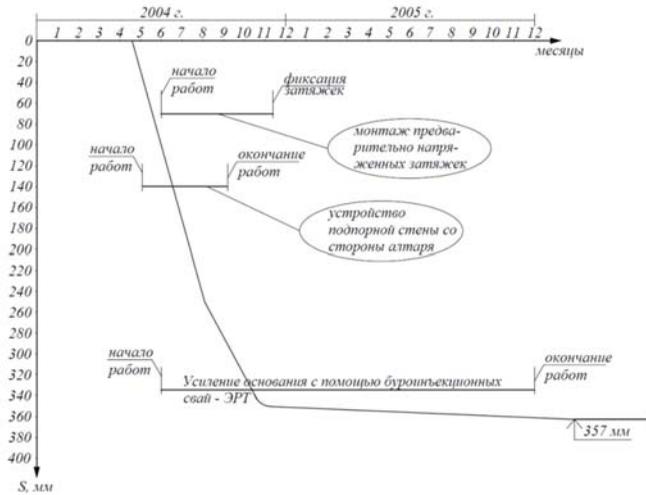


Рис. 2. График раскрытия деформационной трещины на уровне карниза стены северного фасада (маяк 1)

Сооружение Введенского Кафедрального Собора (1651г.) представляет собой кирпичное здание, с размерами в плане $37,4 \times 35,3$ м (см. рис. 1). Оно состоит из основной части – храма высотой 13 м с апсидой высотой до 4,5 м, трех приделов с апсидами. Высоты приделов 4,2–4,5 метров. Апсида представляют собой полукруглые в плане выступы, перекрытые сводом и ориентированные на восток.

Фундаменты Собора мелкого заложения – ленточные бутовые на известковом растворе. Глубина заложения 2,0–2,4 м.

Одним из пунктов осуществления противоаварийных мероприятий – это разработка рабочего проекта усиления основания фундаментов.

По результатам изысканий, выполненных ГУП «ЧувашГИИЗ» в 2004 г., на территории Введенского собора залегают следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ): **ИГЭ 1** – насыпной грунт (tQ_{IV}), залегающий до глубины 0,8–1,8 м. Распространен повсеместно вокруг здания вне основания фундамента; **ИГЭ 2** – лесовый суглинок (rgQ_{III}), обладающий просадочными свойствами на всю глубину, в основном тугопластичной консистенции (с числом пластичности $I_p=9\%$). Распространен по всей площадке до глубины

4,0–6,5 м. Величина его относительной просадочности ϵ_{sl} изменяется от 0,01 до 0,032 при замачивании под нагрузкой 0,2 МПа, а начальное просадочное давление P_{sl} – от 0,055 до 0,2 МПа. Тип грунтовых условий по просадочности – первый; **ИГЭ 2а** – лессовый суглинок (prQ_{III}) мягко-текучепластичный консистенции, в целом непросадочный ($\epsilon_{sl} = 0,0072$), сохраняющий слабые просадочные свойства в редких малых объемах грунта. Распространен преимущественно в восточной части площадки; **ИГЭ 3** – пролювиально-делювиальный суглинок (pdQ_{III}) от полутвердой до тугопластичной консистенции, в восточной части — мягкопластичной консистенции. Залегает повсеместно, увеличиваясь по мощности до 4,5 м в северной части площадки; **ИГЭ 4** – дресва и щебень (pdQ_{III}) с песчанисто-суглинистым заполнителем; **ИГЭ 5** – глинистый алеврит (P_2t). Вскрыт в южной части. Имеет мощность около 1,0 м; **ИГЭ 6** – пылеватый песок (P_2t) с прослойками мелкого песка.

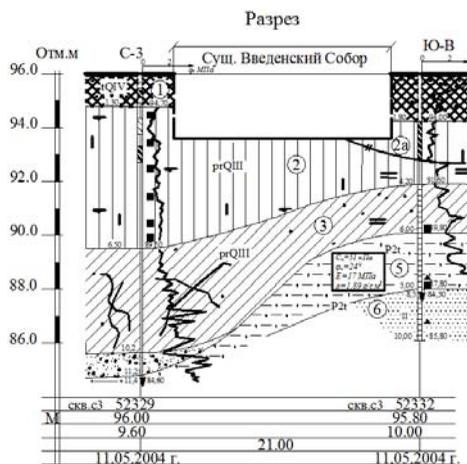


Рис. 3. Инженерно-геологический разрез

Анализируя результаты инженерно-геологических изысканий, можно сделать вывод об ухудшении физико-механических свойств грунтов основания. Особо следует обратить внимание на низкое значение модуля общей деформации $E_o = 2,1$ МПа, для слоя 2а – суглинка лессового мягко-текучепластичной консистенции (PrQ_{III}).

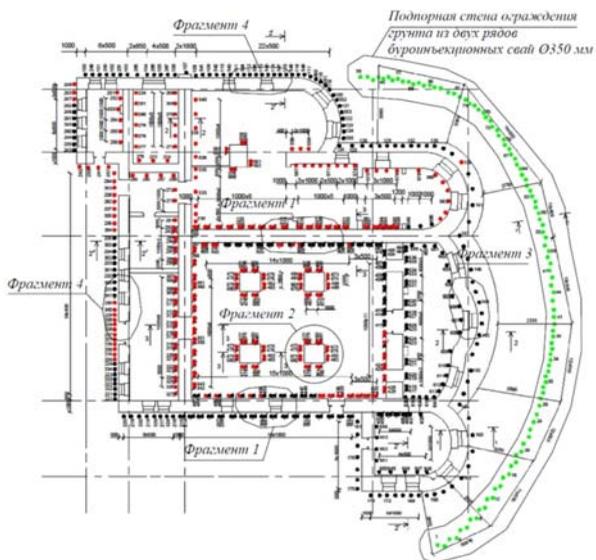
Решением чрезвычайной комиссии по разработке противоаварийных мероприятий поручено НПФ «ФОРСТ» разработку проекта усиления основания фундаментов здания Собора, включая приделы и алтарь. Рассматривались два типа буроинъекционных свай: это буроинъекционные сваи изготавливаемые без уплотнения стенок скважины и буроинъекционные сваи с уплотнением грунта стенок скважины – это сваи –ЭРТ. Определяющим фактором принятия решения по выбору типа буроинъекционной сваи явилась их несущая способность. Так несущая способность буроинъекционной сваи –ЭРТ по грунту превышает ориентировочно на 65 % несущую способность буроинъекционной сваи без уплотнения стенок скважины. Известно, что при проведении работ по реконструкции или при необходимости устройства буроинъекционной сваи усиления вследствие недостаточности несущей способности основания руководствуются следующим алгоритмом: 1) проверяется удовлетворение условия $P_{11mт} \leq R$, где $P_{11mт}$ – среднее давление под подошвой фундамента; $R[3]$ – расчетное сопротивление несущего слоя основания; 2) при неудовлетворении условия в п. 1 определяется внешняя нагрузка на уровне центра тяжести подошвы фундамента необходимая для передачи на буроинъекционные сваи

$$N = P_{oon} \cdot A = \left(\frac{P_{11mт} - R}{R} \right) A,$$

здесь A – площадь подошвы для столбчатых фундаментов $A = l \cdot b$, а для ленточных – $A = b \cdot l$.

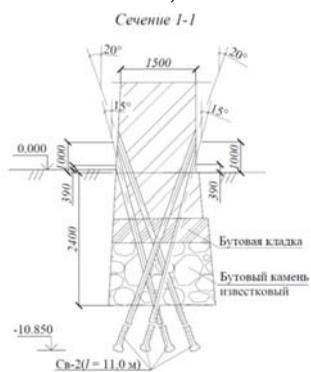
Исходя, из вышесказанного количество свай без уплотнения составляет в 1,6 раза больше буроинъекционных свай-ЭРТ. Учитывая, что стоимость одного п/м вышеназванных свай ненамного отличается друг от друга, стоимость работ по усилению основания возросла бы в 1,6 раза.

Анализируя предыдущее, в качестве варианта усиления принята буроинъекционная свай-ЭРТ, длиной 11 м (с учетом заделки в коренные грунты и прохождения колонковым бурением тела фундамента глубиной 2,5 м \varnothing 180 мм. При этом количестве свай в пределах площади Собора различное, например: под апсидой 2 сваи/м; под стенами храма – 4 сваи/м; под стенами сводов – 16 свай. Всего запроктировано более 800 буроинъекционных свай-ЭРТ (см. рис. 4).

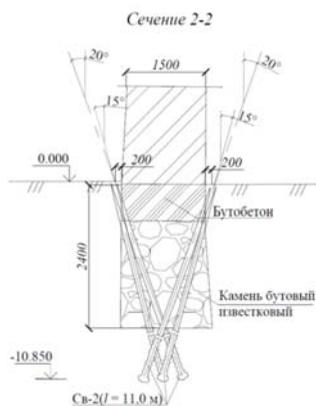


а)

б)



в)



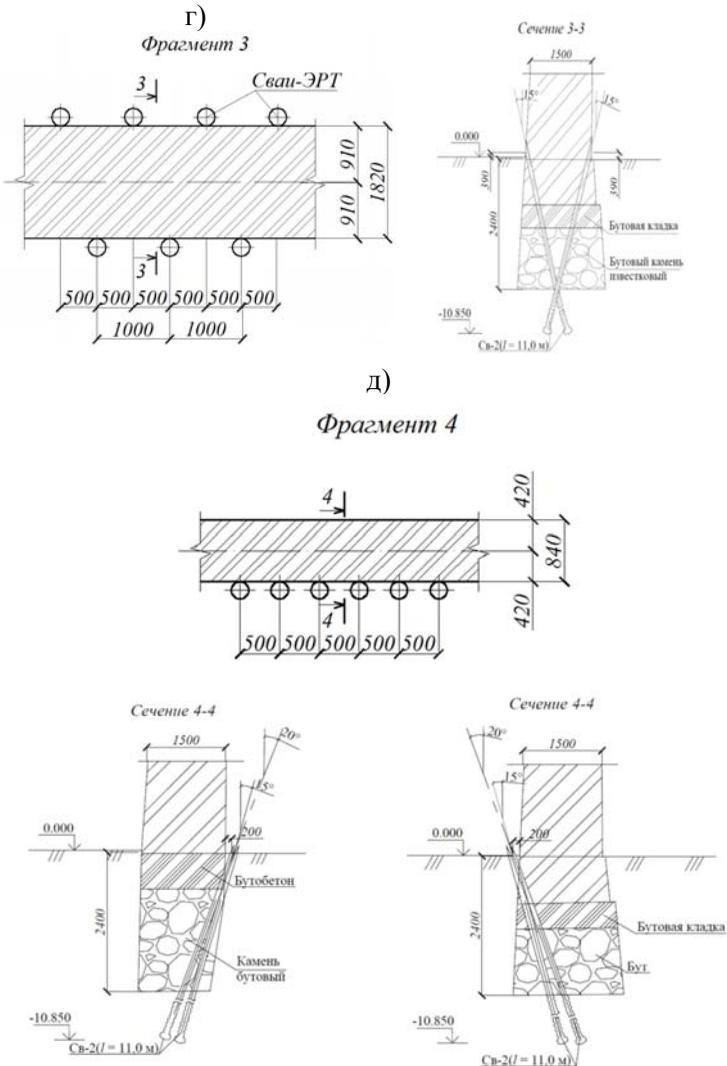


Рис. 4. Схема расположения буройнъекционных свай при усилении основания и фундаментов Введенского собора

Условные обозначения: точки красного и черного цвета – буройнъекционные сваи усиления основания и фундамента; точки зеленого

леного цвета - буроинъекционные сваи подпорной стенки с восточной стороны храма. а) – план свай – ЭРТ; б), в), г), д) – фрагменты с сечениями 1–1, 2–2, 3–3, 4–4.

Гипотеза, предложенная нами о том, что деформация Собора произошла в результате выдавливания грунта из-под подошвы фундаментов подтвердилась в процессе производства работ по усилению основания. Она оказалась справедливой для участка плана Собора от стены иконостаса до алтаря включительно (см. рис. 3) (в сторону пристроя резиденции Владыки). Вероятность выдавливания оказалась высокой, вследствие наличия под подошвой фундаментов Собора суглинка мягкотекучепластичной консистенции с модулем общей деформации $E_0 = 2,1$ МПа.

При устройстве буроинъекционных свай – ЭРТ [2–15] вдоль стены иконостаса обнаружены сверхнормативные расходы мелкозернистого бетона. Так, например, при геометрическом объеме свай $\approx 0,3$ м³ расход бетона доходил до 5,0 м³. Следует отметить на отсутствие убывания уровней в скважинах, заполненных бетоном до электрогидравлической обработки. При электрогидравлической обработке на уровне подошвы фундаментов обнаружено резкое понижение уровней, что подтверждает наличие пустот под подошвой, тем самым происходит заполнение пустот мелкозернистым бетоном. В результате произведенных работ по устройству буроинъекционных свай-ЭРТ одновременно произошло цементационное закрепление основания фундаментов стены иконостаса и алтаря (см. рис. 5).

Одновременно (опять же из предпосылки выдавливания грунта из-под подошвы фундаментов) разработан проект ограждения грунта из двух рядов буроинъекционных свай с шагом 0,5 м между ними $\varnothing 350$ мм с устройством обвязочным поясом по верху свай (см. рис. 4а), а также выполнено усиление здания с помощью предварительно напряженных затяжек из восьми рядов на уровне карниза.

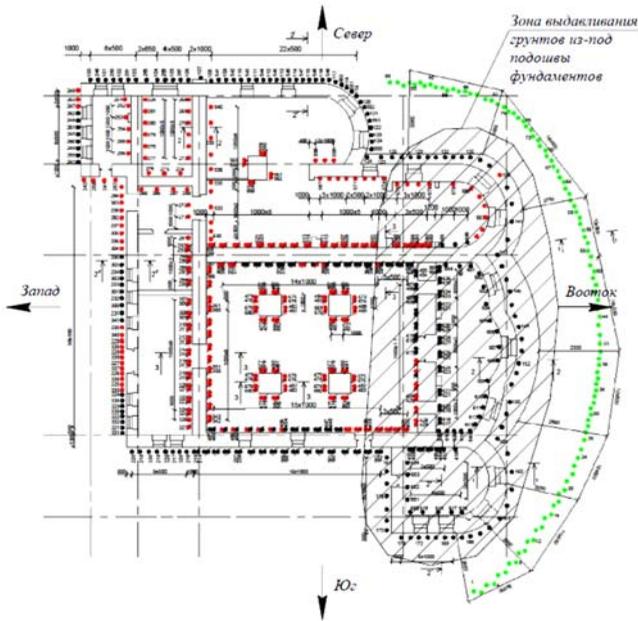


Рис. 5. Зона цементационного закрепления основания

Выводы.

1. Рассмотренная аварийная ситуация возникла в результате строительства здания резиденции Владыки Чебоксарской и Чувашской епархии в зоне геотехнического влияния, следствием этого в апреле 2004 года на наружных поверхностях стен здания Чебоксарского Введенского кафедрального Собора появились вертикальные трещины деформационного характера. Возникшие дефекты на уровне чердачных перекрытий и резвившееся далее на северных и южных фасадах раскололи здание на две части в направлении «запад-восток».

Таким образом, возникла угроза обрушения здания Чебоксарского Введенского кафедрального Собора.

2. Скорость развития трещин установилась в интервале $10 \div 15$ мм/сутки. Срочно созданная чрезвычайная комиссия по разработке противоаварийных мероприятий по спасению памятника истории и культуры федерального значения установила, что причиной деформации Собора явилось влияние строительства здания резиденции Владыки Чебоксарской и Чувашской епархии рядом с храмом. Срочно произведены работы: 1) инженерно-геологические

изыскания; 2) обследовано техническое состояние здания Собора; 3) разработаны противоаварийные мероприятия, включающие **усиление** основания фундаментов, **усиление** здания с помощью предварительно напряженных затяжек из 8-ми рядов высокопрочной винтовой арматуры по наружному периметру на уровне карниза.

В результате проведенных инженерно-геологических изысканий и результатов технического обследования выявлено наличие полостей под подошвой фундаментов восточных частей здания (стена с царскими воротами, стены алтаря).

3. Осуществление разработанных противоаварийных мероприятий позволили предотвратить предаварийную ситуацию. При достижении раскрытия максимальной трещины до 357 мм деформации Собора прекратились. Собор эксплуатируется до сих пор безаварийно.

Список литературы / References

1. Петров, М. В. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / М. В. Петров, Н. С. Соколов, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции (НАСКР-2014). – Чебоксары: Изд-во Чувашского университета, 2014. – С. 415–420.

2. Соколов, Н. С. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2015. – №2. – С. 10–13.

3. СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов. – Москва: Госстрой России, 2004.

4. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение реконструкции городов / В.М. Улицкий. – Москва: АСВ, 1999. – 327 с.

5. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.

6. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.

7. Соколов, Н. С. Патент на полезную модель №161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: №2015126316/03: заявл. 01.07.2015; опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

8. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23-27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

9. Соколов, Н. С. Патент №2605213 С1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте: №2015126349/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

10. Пичугин Ю. П. Патент №2282936 С1 Российская Федерация, МПК H03K 3/53. Генератор импульсных токов: №2005102864/09: заявл. 04.02.2005: опубл. 27.08.2006 / Ю. П. Пичугин, Н. С. Соколов; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная фирма «ФОРСТ».

11. Соколов, Н. С. Патент №2318960 С2 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной сваи: №2005140716/03: заявл. 26.12.2005: опубл. 10.03.2008 / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов, В. Ю. Таврин [и др.].

12. Никонорова, И. В. Хозяйственное освоение зоны влияния Чебоксарского водохранилища / И. В. Никонорова, Н. С. Соколов // Управління водними ресурсами в умовах змін клімату: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21 марта 2017 г.). – Київ: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2017. – С. 71–72.

13. Соколов, Н. С. Определение несущей способности буронабивных свай-РИТ со сформированными «подпятниками» / Н. С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 289–292.

14. Соколов, Н. С. Об ошибочном способе устройства буронабивных свай с использованием электроразрядной технологии / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №11. – С. 20–28.

15. Таврин, В. Ю. Патент №2250957 С2 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Способ изготовления набивной сваи: №2003121751/03: заявл. 14.07.2003: опубл. 27.04.2005 / В. Ю. Таврин, Н. С. Соколов, В. А. Абрамушкин; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная фирма «ФОРСТ». Цит. 10.

16. Sokolov N. S. Optimum Type of Depth Reinforced Concrete Structures When Strengthening the Foundation of Industrial Buildings / N. S. Sokolov, S. S. Viktorova, G. N. Alekseeva [et al.] // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 197. – Pp. 281–287. DOI 10.1007/978-981-16-6593-6_30. EDN GERAQ.

17. Соколов, Н. С. Оптимальный тип заглубленных железобетонных конструкций при усилении оснований фундаментов промышленных зданий / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Г. Н. Алексеева [и др.] // Строительство и застройка: жизненный цикл–2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 г.). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 344–352. EDN TFBHFE.

УДК 691.322.7

ЗАГЛУБЛЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

А.Е. Пчеляков

студент

Н.С. Соколов

канд. техн. наук., доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: в статье приведены результаты расчетов напряженно-деформированного состояния основания буроинъекционной сваи-ЭРТ, выполненной с местными уширениями по стволу. Расчеты выполнены в пространственной постановке с учетом стадийности приложения нагрузки и образования уплотненной зоны вокруг буроинъекционной сваи. Особое внимание уделялось различию напряженно-деформированного состояния основания, сложенного связным и несвязным грунтом. Последовательно проведена оценка факторов, влияющих на несущую способность и осадку буроинъекционной сваи. В качестве исследуемых факторов рассматриваются количество и шаг уширений, длина буроинъекционной сваи, прочностные и деформационные характеристики окружающего грунта.

Ключевые слова: уширение, несущая способность, буроинъекционная свая-ЭРТ, разрядно-импульсная технология.

BURIED BUILDING STRUCTURES WITH INCREASED LOAD-BEARING CAPACITY

A.E. Pchelyakov

student

N.S. Sokolov

candidate of technical sciences, associate professor

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the article provides the calculation results of the stress-strain behavior of the base of ERT bored pile designed with multiple along hole broadenings. The calculations were performed in a spatial formulation considering the stages of load application and the formation of a compacted zone around the bored pile. Special attention was paid to the difference between the stress-strain behavior of a foundation formed in cohesive and noncohesive soil. The bearing capacity and settlement factors of the bored pile have been evaluated sequentially. The number and pitch of the broadenings, the bored pile length, and the strength and deformation characteristics of surrounding soil are considered as the factors to be examined.

Keywords: broadening, bearing capacity, ERT bored pile, electric discharge technology.

Научно-технический прогресс в сфере геотехнического строительства ставит все более сложные задачи перед проектировщиками и строителями [1–28]. Прогресс в данной сфере производства достигается путем широкого внедрения в практику строительства эффективных технологий и конструкций буроинъекционных свай-ЭРТ и совершенствования методов их расчета [3]. Разработана и апробирована на многих объектах в различных регионах России современная инвестиционная технология изготовления набивных свай по электроразрядной технологии, которая обеспечивает по длине сваи создание по длине сваи многоместных уширений и, соответственно, приводит к повышению к увеличению несущей способности в 2,0–2,5 раза [14–28].

Применение буроинъекционных свай-ЭРТ исключает разуплотнение и расструктурирование грунта в основании за счет электрогидравлической обработки в среде мелкозернистого бетона [6] и приводит к образованию зоны уплотнения по боковой поверхности и в плоскости острия сваи [7].

Существующая методика с использованием формул СНиП не позволяет в полной мере оценить напряженно-деформированное состояние в активной зоне при последовательном включении в работу уширений с ростом нагрузки на фундамент.

С целью увеличения несущей способности буроинъекционных свай-ЭРТ выполняются многоместные контролируемые уширения

по острию и вдоль ствола сваи. В расчете при диаметре буроинъекционной сваи-ЭРТ $d = 350$ мм в связном грунте диаметр сферы уширения принят $1,3d$, в несвязном грунте, соответственно, $2d$.

Для оценки влияния количества многоместных уширений (n), расстояния между уширениями (a), длины буроинъекционных свай-ЭРТ (L) на изменение напряженно-деформационного состояния в связном и несвязном грунте проведены численные исследования с учетом образования зон пластических деформаций в основании [16].

Для проведения анализа влияния факторов была решена пространственная упругопластическая задача метода конечных элементов с одновременным учетом прочностных и деформационных свойств основания при использовании геотехнического комплекса Plaxis [10].

Расчеты фундаментов произведены для двух характерных типов основания: связный грунт и несвязный грунт с учетом образования уплотненной зоны вокруг сваи [11–12]. В качестве связного грунта использовалась глина тугопластичная ($\gamma = 18$ кН/м³, $E = 13,8$ МПа, $c = 43$ кПа, $\varphi = 16^\circ$); в качестве несвязного грунта принят песок средней крупности, средней плотности ($\gamma = 16,5$ кН/м³, $E = 30,0$ МПа, $c = 1$ кПа, $\varphi = 35^\circ$).

Для буроинъекционной сваи-ЭРТ непосредственно к свае примыкает зона цементации и зона уплотнения, образующаяся в результате электрогидравлического воздействия на материал сваи [15]. В расчетной схеме диаметр зоны уплотнения составляет $(1,8–2,2)d$ (для связных грунтов) и $(2,8–3,1)d$ (для несвязных грунтов), который уточняется экспериментально по уходу бетонной смеси в скважине.

Линии равных вертикальных перемещений (рис. 6а) вытянуты вдоль вертикальной оси, с ростом нагрузки они концентрируются у сваи, зона развития вертикальных перемещений развивается в стороны и ниже острия сваи на расстояние $(2,5–3,0)d$.

Изолинии горизонтальных перемещений имеют замкнутый характер и направлены от оси сваи. Максимальные значения горизонтальных перемещений при $P = 3000$ кН зафиксированы в плоскости острия сваи и достигают значений $U_x = 9$ мм.

Отмечается концентрация напряжений под пятой сваи в плоскости острия и под уширениями. Распределение касательных напряжений u_{xz} имеет сложный характер, максимальные значения напряжений зафиксированы в местах расположения уширений вдоль ствола набивной сваи.

Анализ теоретических разработок и экспериментальных данных показывает, что учет особенностей поведения грунта под нагрузкой может быть достигнут при описании его деформирования с позиций пластического течения, предусматривающих одновременное существование в грунте зон допредельного и предельного равновесия [14].

Образование пластических зон происходит при нагрузке $P = 1000$ кН в плоскости острия сваи. С увеличением нагрузки на сваю последовательно включаются в работу уширения, расположенные вдоль ствола, при $P = 1500$ кН зоны предельного состояния зафиксированы в местах расположения уширений.

Характер зарождения зон пластических деформаций в несвязном грунте несколько отличается от связного (рис. 9). Зарождение областей пластических деформаций происходит в верхней части основания сваи-ЭРТ. С дальнейшим ростом нагрузки происходит расширение пластических зон в стороны и вниз.

Для внедрения в инженерную практику результатов решений нелинейной механики грунтов при анализе влияния факторов (P ; a ; n ; L ; φ ; c ; E) может быть использована функция множественной регрессии.

$$y = A \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_k^{b_k} \quad (1)$$

В качестве функции, описывающей конечную осадку сваи-ЭРТ, выбрана степенная многофакторная зависимость, а по коэффициенту эластичности степенной функции, исходя из ее типа, просто определяется влияние каждого фактора на результат в процентах. Общее уравнение зависимости осадки буронабивной сваи-ЭРТ будет иметь вид:

$$S = A \cdot P^{b_1} \cdot a^{b_2} \cdot n^{b_3} \cdot L^{b_4} \cdot \varphi^{b_5} \cdot c^{b_6} \cdot E^{b_7} \quad (2)$$

где P – нагрузка на сваю-ЭРТ, кН; a – шаг уширений по стволу сваи-ЭРТ, м; n – количество уширений по стволу сваи-ЭРТ, начиная с пяти; L – длина сваи-ЭРТ, м; φ – угол внутреннего трения грунта, град.; c – удельное сцепление частиц грунта, кПа; E – модуль деформации грунта, МПа; A и b_i – регрессионные параметры.

Возможности использования упругопластического решения для определения несущей способности буронабивных свай-ЭРТ с уширениями проверялись сопоставлением с результатами полевых испытаний свай. Проведенное сопоставление указывает на хорошее их соответствие.

Полученные результаты указывает на целесообразность использования решений нелинейной механики грунтов при проектировании фундаментов из буройнъекционных свай с уширениями.

Список литературы / References

1. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.
2. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург: Геоконструкция, 2010. – 551 с.
3. Тер-Мартirosян, З. Г. Механика грунтов / З. Г. Тер-Мартirosян. – Москва: АСВ, 2009. – 550 с.
4. Горбушин, А. В. Возможность использования электроразрядной технологии при строительстве в неслабых грунтах / А. В. Горбушин, В. М. Рябинов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2016. – С. 10–13.
5. Ni, J. C. Quality control of double fluid jet grouting below groundwater table: case history / J. C. Ni, W. C. Cheng // Soils and foundations. – 2014. – no. 6. – Pp. 1039–1053.
6. Разводовский, Д. Е. Оценка влияния усиления фундаментов зданий по технологии струйной цементации на их осадку / Д. Е. Разводовский, А. А. Чепурнова // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – №10. – С. 64–72.
7. Маковецкий, О. А. / О. А. Маковецкий, Д. К. Серебрянникова, Е. О. Богданова [и др.] // Современные технологии в строительстве. теория и практика. – Пермь: ПНИПУ. – 2016. – №10. – С. 221–226.
8. Yao Yuan, Shui-Long Shen, Zhi-Feng Wang, Huai-Na Wu. Automatic pressure-control equipment for horizontal jet-grouting // Automation in Construction. – 2016. – Vol. 69. – Pp. 11–20.
9. Peter, G. Nicholson. Admixture Soil Improvement / G. Peter // Soil Improvement and Ground Modification Methods. – 2015. – Pp. 231–288. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408076-8.00011-X>
10. Yasuo Onishi. Fukushima and Chernobyl Nuclear Accidents' Environmental Assessments and U.S. Hanford Site's Waste Management // Procedia IUTAM. – 2014. – Vol. 14. – Pp. 372–381. <https://doi.org/10.1016/j.piutam.2014.01.032>
11. Ghassem Jalilian Khave. Delineating subterranean water conduits using hydraulic testing and machine performance parameters in TBM tunnel post-grouting // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. – 2014. – Vol. 70. – Pp. 308–317. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2014.04.013>
12. Peter G. Nicholson. Objectives and Approaches to Hydraulic / G. Peter // Soil Improvement and Ground Modification Methods. – 2015. – Pp. 151–187. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408076-8.00007-8>.
13. Ian Jefferson, Chris Rogers, Dimcho Evststiev, Doncho Karastanev. Improvement of Collapsible Loess in Eastern Europe // Ground Improvement Case Histories. – 2015. – Pp. 215–261. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100698-6.00007-6>.

14. Соколов, Н. С. Технологические приемы устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №10. – С. 54.

15. Sokolov N. S. Method of aligning the lurches of objects with large-sized foundations and increased loads on them / N. S. Sokolov, S. S. Viktorova // Periodico Tche Quimica. – 2018. – Т. 15. – С. 1–11.

УДК 624.1

МЕТОДОЛОГИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ В СЛАБЫХ ОСНОВАНИЯХ И СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Р.Ю. Салахова

студент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

Аннотация: в практике геотехнического строительства внедряется технология буроинъекционных свай, выполненных по электроразрядной технологии. В статье приведены результаты расчетов напряженно-деформированного состояния основания буроинъекционной сваи-ЭРТ, выполненной с многоместными уширениями по стволу. Расчеты выполнены в пространственной постановке с учетом стадийности приложения нагрузки и образования уплотненной зоны вокруг буроинъекционной сваи. Особое внимание уделялось различию напряженно-деформированному состоянию основания, сложенного связным и несвязным грунтом.

Ключевые слова: уширение, несущая способность, буроинъекционная свая-ЭРТ, разрядно-импульсная технологи, условие предельного равновесия Мора-Кулона.

METHODOLOGY OF GEOTECHNICAL CALCULATION OF DRILLING PILES IN WEAK FOUNDATIONS AND CRAMPED CONDITIONS

R. Y. Salakhova

student

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: in the practice of geotechnical construction, the technology of drilling-injection piles made using electric discharge technology is being introduced. The article presents the results of calculations of the stress-strain state of the base of the drilling-injection pile-ERT, made with multi-place extensions along the trunk. The calculations were performed in a spatial setting, taking into account the stages of load application and the formation of a compacted zone around the drilling pile. Special attention was paid to the difference between the stress-strain state of the base, composed of cohesive and non-cohesive soil.

Keywords: broadening, load-bearing capacity, drilling-injection pile-ERT, discharge-pulse technology, the condition of the limiting equilibrium of the Mora-Coulomb.

Научно-технический прогресс в сфере геотехнического строительства ставит все более сложные задачи перед проектировщиками и строителями [1–9, 20]. Прогресс в данной сфере производства достигается путем широкого внедрения в практику строительства эффективных технологий и конструкций буроинъекционных свай-ЭРТ и совершенствования методов их расчета [3]. Разработана и апробирована на многих объектах в различных регионах России современная инвестиционная технология изготовления набивных свай по электроразрядной технологии, которая обеспечивает по длине сваи создание по длине сваи многоместных уширений и, соответственно, приводит к повышению к увеличению несущей способности в 2,0–2,5 раза [4–19].

Применение буроинъекционных свай-ЭРТ исключает разуплотнение и расструктурирование грунта в основании за счет электрогидравлической обработки в среде мелкозернистого бетона и приводит к образованию зоны уплотнения по боковой поверхности и в плоскости острия сваи [5].

Существующая методика с использованием формул СНиП не позволяет в полной мере оценить напряженно-деформированное состояние в активной зоне при последовательном включении в работу уширений с ростом нагрузки на фундамент.

С целью увеличения несущей способности буроинъекционных свай-ЭРТ выполняются многоместные контролируемые уширения по острию и вдоль ствола сваи. В расчете при диаметре буроинъекционной сваи-ЭРТ $d = 350$ мм в связном грунте диаметр сферы уширения принят $1,3d$, в несвязном грунте, соответственно, $2d$.

Для оценки влияния количества многоместных уширений (n), расстояния между уширениями (a), длины буроинъекционных свай-ЭРТ (L) на изменение напряженно-деформационного состояния в связном и несвязном грунте проведены численные исследования с учетом образования зон пластических деформаций в основании.

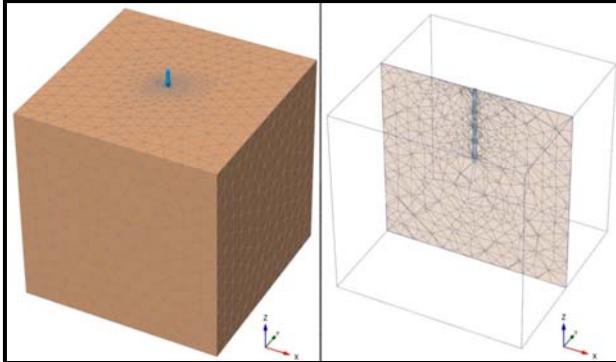


Рис. 1. Расчетная область МКЭ размерами $b \times a \times h = 24 \times 24 \times 24$ (м³) сваи ЭРТ длиной $L = 9,0$ м $d = 350,0$ мм с уширениями. Разбивка на тетраэдрические конечные элементы

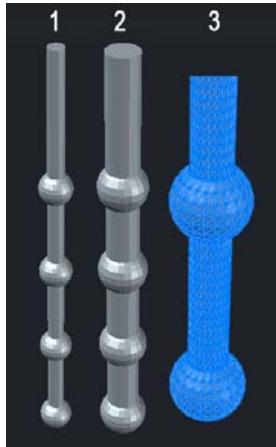


Рис. 2. Объемная модель сваи-ЭРТ с уширениями (1), окружающего уплотненного грунта (2) и разбивка на конечные элементы (3) перед импортом в ПК Plaxis

Для проведения анализа влияния факторов была решена пространственная упругопластическая задача метода конечных элементов с одновременным учетом прочностных и деформационных свойств основания при использовании геотехнического комплекса Plaxis.

В качестве физической модели основания при решении задачи было принято условие предельного равновесия Мора-Кулона. Расчет выполняется с использованием шаговой процедуры приложения нагрузки. Учет собственного веса грунта проводился в виде начальных напряжений $sz = gh$; $s_x = s_y = xgh$; $t = 0$, деформированное состояние основания определялось только от внешней нагрузки на свайный фундамент. Размеры расчетной области составляют для сваи длиной $L = 9,0$ м, $d = 350$ мм с уширениями $b' a' h = 24' 24' 24$ (м3) (рис. 1).

Расчеты фундаментов произведены для двух характерных типов основания: связный грунт и несвязный грунт с учетом образования уплотненной зоны вокруг сваи. В качестве связного грунта использовалась глина тугопластичная ($\gamma = 18$ кН/м³, $E = 13,8$ МПа, $c = 43$ кПа, $\varphi = 16^\circ$); в качестве несвязного грунта принят песок средней крупности, средней плотности ($\gamma = 16,5$ кН/м³, $E = 30,0$ МПа, $c = 1$ кПа, $\varphi = 35^\circ$).

Для буроинъекционной сваи-ЭРТ непосредственно к свае примыкает зона цементации и зона уплотнения, образующаяся в результате электрогидравлического воздействия на материал сваи [8–9]. В расчетной схеме диаметр зоны уплотнения составляет $(1, 8-2,2) d$ (для связных грунтов) и $(2, 8-3,1) d$ (для несвязных грунтов), который уточняется экспериментально по уходу мелкозернистой бетонной смеси в скважине (рис. 2).

Линии равных вертикальных перемещений вытянуты вдоль вертикальной оси, с ростом нагрузки они концентрируются у сваи, зона развития вертикальных перемещений развивается в стороны и ниже острия сваи на расстояние $(2, 5-3, 0) d$.

Изолинии горизонтальных перемещений имеют замкнутый характер и направлены от оси сваи. Максимальные значения горизонтальных перемещений при $P = 3000$ кН зафиксированы в плоскости острия сваи и достигают значений $U_x = 9$ мм.

Отмечается концентрация напряжений под пятой сваи в плоскости острия и под уширениями. Распределение касательных напряжений τ_{xz} имеет сложный характер, максимальные значения напряжений зафиксированы в местах расположения уширений вдоль ствола набивной сваи.

Анализ теоретических разработок и экспериментальных данных показывает, что учет особенностей поведения грунта под нагрузкой может быть достигнут при описании его деформирования с позиций

пластического течения, предусматривающих одновременное существование в грунте зон допредельного и предельного равновесия.

Рассмотрим характер зарождения и развития зон пластических деформаций в связанном грунте с ростом нагрузки на свайный фундамент. Образование пластических зон происходит при нагрузке $P = 1000$ кН в плоскости острия сваи. С увеличением нагрузки на сваю последовательно включаются в работу уширения, расположенные вдоль ствола, при $P = 1500$ кН зоны предельного состояния зафиксированы в местах расположения уширений.

Характер зарождения зон пластических деформаций в несвязном грунте несколько отличается от связанного (рис. 9). Зарождение областей пластических деформаций происходит в верхней части основания сваи-ЭРТ [9]. С дальнейшим ростом нагрузки происходит расширение пластических зон в стороны и вниз.

Выводы.

1. Возможности использования упругопластического решения для определения несущей способности буронабивных свай-ЭРТ с уширениями проверялись сопоставлением с результатами полевых испытаний свай. Проведенное сопоставление указывает на хорошее их соответствие.

2. Полученные результаты указывает на целесообразность использования решений нелинейной механики грунтов при проектировании фундаментов из буронабивных свай с уширениями.

Список литературы / References

1. Ильичев, В. А. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов / В. А. Ильичев, Р. А. Мангушев, Н. С. Никифорова // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – №2. – С. 17–20.

2. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – Санкт-Петербург: Геореконструкция, 2010. – 551 с.

3. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов / З. Г. Тер-Мартirosян. – Москва: АСВ, 2009. – 550 с.

4. Горбушин, А. В. Возможность использования электроразрядной технологии при строительстве в неслабых грунтах / А. В. Горбушин, В. М. Рябинов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2016. – С. 10–13.

5. Разводовский, Д. Е. Оценка влияния усиления фундаментов зданий по технологии струйной цементации на их осадку / Д. Е. Разводовский, А. А. Чепурнова // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – №10. – С. 64–72.

6. Маковецкий, О. А., Серебрянникова, Д. К., Богданова, Е. О. [и др.] // Современные технологии в строительстве. теория и практика. – Пермь: ПНИПУ. – 2016. – №10. – С. 221–226.

7. Соколов, Н. С. Расчет буроинъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, А. Н. Соколов, С. Н. Соколов [и др.] // Жилищное строительство. – 2017. – №11. – С. 20–25.

8. Соколов, Н. С. Использование буроинъекционных свай ЭРТ в качестве оснований фундаментов повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов [и др.] // Промышленное и гражданское строительство. – 2017. – №9. – С. 66–70.

9. Sokolov, N. S. Methods and technology of ensuring stability of landslide slope using soil anchors / N. S. Sokolov, A. E. Pushkarev, S. A. Evtiukov // Geotechnics fundamentals and applications in construction: new materials, structures, technologies and calculations: proceedings of the international conference on geotechnics fundamentals and applications in construction: new materials, structures, technologies and calculations, GFAC 2019 (Saint petersburg, 06–08 февраля 2019 г.). – Saint petersburg: Taylor & Francis Group, 2019. – Pp. 347–350.

10. Соколов, Н. С. Электроимпульсная установка для изготовления буроинъекционных свай / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2018. – №1-2. – С. 62–65.

11. Соколов, Н. С. Один из подходов решения проблемы по увеличению несущей способности буровых свай / Н. С. Соколов // Строительные материалы. – 2018. – № 5. – С. 44–47.

12. Соколов, Н. С. Сваи повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, С. С. Викторова, Т. Г. Федорова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 411–415.

13. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.

14. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.

15. Соколов Н. С. Патент на полезную модель №161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: №2015126316/03; заявл. 01.07.2015; опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

16. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – № 12. – С. 23–27. DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

17. Соколов Н. С. Патент №2605213 С1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте: №2015126349/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

18. Пичугин Ю. П. Патент №2282936 С1 Российская Федерация, МПК H03K 3/53. Генератор импульсных токов: №2005102864/09: заявл. 04.02.2005: опубл. 27.08.2006 / Ю. П. Пичугин, Н. С. Соколов; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная фирма «ФОРСТ».

19. Соколов Н. С. Патент №2318960 С2 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной сваи: №2005140716/03: заявл. 26.12.2005: опубл. 10.03.2008 / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов, В. Ю. Таврин [и др.].

20. Sokolov N. S. Common mistakes made under facility construction in cramped conditions / N. S. Sokolov, S. S. Viktorova, V. V. Maguskin, L. I. Malyanova // Journal of Physics: Conference Series: 2 (Perm, 26–28 мая 2021 г.). – Perm, 2021. – Рр. 012022. DOI 10.1088/1742-6596/1928/1/012022. EDN BEKML.

УДК 624.1

ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ С НЕОБХОДИМОСТЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЛАБЫХ ОСНОВАНИЙ

Н.А. Семенова

студент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

Аннотация: известно, что несущая способность по грунту F_d лубой сваи является основным показателем для целей восприятий повышенных нагрузок от надфундаментных конструкций. Для достижения повышенных значений F_d для большинства технологий устройства заглубленных конструкций основным направлением является или увеличение диаметра сваи или ее длины. Вторым подходом увеличения F_d является прогрессивная технология устройства буровых свай с помощью промежуточных уширений. В статье рассматривается третий подход устройства буровых свай повышенной несущей способности, основанной на совместной работе грунтоцементной сваи, сваи SFA (НПШ) и окружающего массива грунта.

Ключевые слова: буровая свая, несущая способность, грунтоцементная свая, электроразрядная технология, технология непрерывного проходного шнека SFA (НПШ), грунтобетонная свая (ГБС).

PROBLEMS ARISING FROM THE NEED TO INCREASE THE BEARING CAPACITY OF WEAK BASES

N.A. Semenova

student

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: it is known that the bearing capacity on the ground F_d of any pile is the main indicator for the purposes of perceiving increased loads from above-foundation structures. To achieve increased F_d values, for most technologies of the device of buried structures, the main direction is either to increase the diameter of the pile or its length. The second approach to increasing F_d is the progressive technology of drilling piles using intermediate widenings. The article considers the third approach to the construction of drilling piles of increased load-bearing capacity, based on the joint work of a soil-cement pile, an SFA pile (NPSH) and the surrounding soil mass.

Keywords: drilling pile, bearing capacity, ground cement pile, electric discharge technology, continuous through screw technology SFA (NPSH), ground concrete pile (GBS).

Устройство буровых свай повышенной несущей способности F_d является важной геотехнической задачей при возведении зданий повышенной этажности. Для достижения этой цели важно максимальное использование совместной работы сваи с грунтом, а также его фрикционных характеристик.

В настоящей статье рассматривается один их подходов устройства буровой сваи, являющиеся синтезом 3-х геотехнических технологий. 1. Get-технология – устройство грунтоцементных свай согласно «СП 291.1325800.2017 Конструкции грунтоцементные армированные. Правила проектирования Москва. 2017». 2. Технология SFA – устройство буроинъекционных свай с помощью непрерывных проходных шнеков (НПШ) в теле грунтоцементного массива вдоль его оси симметрии, как правило, диаметром не более 300 мм; 3. Разрядно-импульсная технология устройства буроинъекционных свай. Электрогидравлический эффект, возникающий при обработке мелкозернистого бетона, способствует внедрению его в грунтоцементный мас-

сив. Тем самым происходит более полное сцепление этих двух конструктивных элементов [1–19]. Это обстоятельство позволяет сконструировать принципиально новую заглубленную железобетонную конструкцию – грунтобетонную сваю.

Ниже на рис. 1 приведена принципиальная схема устройства этой сваи, в том числе на рис. 1 а – схема устройства буроинъекционной сваи SFA (НПШ) (поз. 2) внутри грунтоцементной сваи (поз. 1), а на рис. 1 б – схема устройства буроинъекционной сваи SFA (НПШ) (поз. 3) мелкозернистый бетон которой обработан с помощью электрогидравлической технологии и армирован пространственным каркасом (поз. 4), внутри грунтоцементного массива (поз. 1).

Заглубленная железобетонная конструкция – грунтобетонная свая, приведенная на рис. 1 б в отличие от других типов, имеет сложную конструкцию поперечного сечения. Несущим элементом служит электрогидравлически обработанная и армированная свая SFA (НПШ) (поз. 3). Ее несущая способность по наружной поверхности зависит от фрикционных характеристик грунтоцементной составляющей (поз. 1) (см. рис. 2).

Кроме того, свая SFA (НПШ) совместно с грунтоцементным массивом работает как железобетонная свая трения по боковой поверхности с окружающим грунтом (см. рис. 3).

Таким образом, можно предложить следующий алгоритм определения несущей способности комплексной грунтобетонной сваи (ГБС).

1. Гипотеза о том, что произойдет срыв сваи SFA (НПШ) по контактной наружной поверхности под внешним воздействием сосредоточенной нагрузки N_I (см. рис. 2). При этом значения предельных сдвигающих сил по наиболее слабому бетону $N_{bxy,ult}$ (грунтоцементный массив) следует определить по формуле (8.114) СП 63.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

$$N_{bxy,ult} = 0,3 \cdot R_{bt} \cdot A_b \quad (1)$$

где A_b – рабочая площадь поперечного сечения бетона сваи по контакту с грунтоцементным массивом (принимается площадь наружной поверхности сваи SFA (НПШ)): $A_b = \pi d \cdot h$, здесь d – диаметр сваи, м; h – ее длина; R_b – расчетное сопротивление бетона на осевое растяжение: принимается по табл. 6.8 СП 63.13330.2012.

Несущая способность F_{dl} будет равной

$$N_{bxy,ult}, \text{ т.е. } F_{dl} = N_{bxy,ult}. \quad (2)$$

2. Гипотеза о том, что срез сваи SFA (НПШ) совместно с грунтоцементным массивом произойдет по ненарушенному грунту от внешней нагрузки, предполагает определение несущей способности F_{d2} по формуле (7.11) СП 24.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты». В том случае схема к расчету приведена на рис. 3.

$$F_{d2} = \gamma_c (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + \gamma_{cf} \cdot u \cdot \sum f_i \cdot h_i). \quad (3)$$

3. Из двух значений F_{d1} и F_{d2} принимается в качестве нормативного значения F_d минимальное значение.

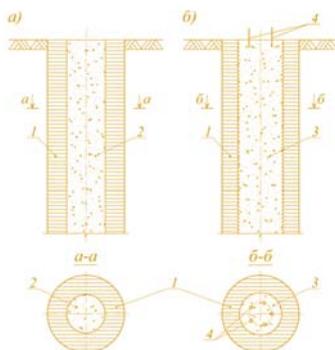


Рис. 1. Схема устройства грунтобетонной сваи (ГБС)

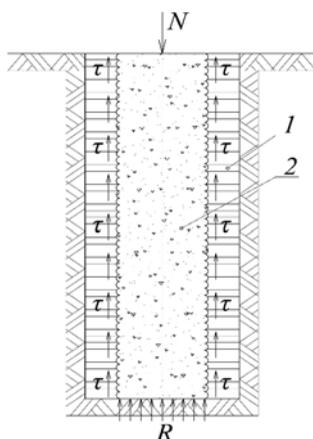


Рис. 2. Схема к определению несущей способности сваи SFA (НПШ) по грунтоцементному основанию F_{d1} 1-грунтоцементный массив, 2 – свая SFA (НПШ)

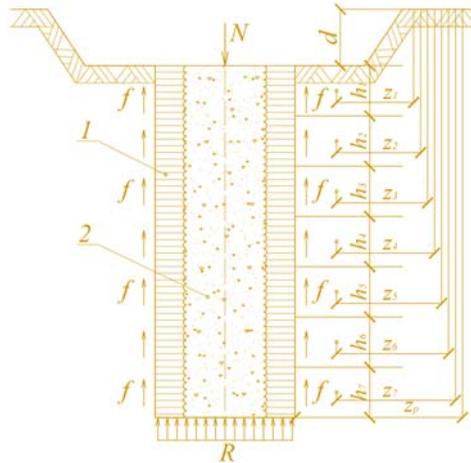


Рис. 3. Схема к определению несущей способности сваи SFA (НПШ) совместно с грунтоцементным массивом по грунту (грунтобетонные сваи (ГБС):

1 – грунтоцементный массив, 2 – свая SFA (НПШ)

Ниже приведем пример определения несущей способности грунтобетонной сваи (ГБС).

Инженерно-геологический разрез (см. рис. 4) ИГЭ №1 площадки строительства от поверхности представлен насыпным грунтом с включениями обломков кирпича.

Ниже залегает ИГЭ №2. Это суглинки лёссовые непросадочные, (prQIII), от мягко- до туго- пластичной консистенции, редко полутвердый, с числом пластичности $I_p = 0,14$. Далее подстилается ИГЭ №3. Суглинки песчаные (pdQIII) тугопластичные с $I_p = 0,14$, залегают в подошве четвертичных грунтов фрагментами в виде линз мощностью 0,5-1,2 м. ИГЭ №4. Представляют глины алевритистые (P_{2t}) и с прослойками алевритов, полутвердые, с числом пластичности $I_p = 0,30$.

Несущую способность сваи SFA (НПШ) относительно грунтоцементного массива на гипотезе 1 определяем по формуле (1):

$$F_{dl} = 0,3 \cdot R_{bt} \cdot A_b = 0,3 \cdot 480 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \cdot 11,2 = 1519 \text{ кН.}$$

Здесь R_{bt} – расчетное сопротивление осевому растяжению при $V_{7,5}$ равно 480 кПа,

A_b – площадь нагруженного периметра сваи SFA (НПШ) при $\varnothing 300$ равна $A_b = 3,14 \cdot 0,3 \cdot 11,2 = 10,6 \text{ м}^2$.

Для определения несущей способности по гипотезе 2 на рис. 4 приведена схема к расчету.

В формулу (3) подставляя при среднем диаметре $\varnothing = 600$ мм: $A=0,28$ м²; $u=1,88$ м определяем несущую способность F_d

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + \gamma_{cf} u \sum f_i \cdot h_i) = 1(1 \cdot 1500 \cdot 0,28 + 1 \cdot 1,88 \cdot 367) = 1109 \text{ кН.}$$

Таким образом, анализируя предыдущие расчеты в качестве расчетной несущей способности принимается минимальное значение:

$$F_d = F_{d2} = 1106 \text{ кН}$$

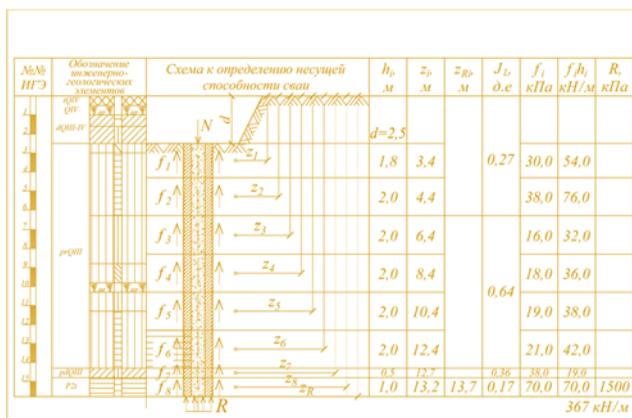


Рис. 4. Схема к определению несущей способности грунтобетонной сваи по грунту

Выводы.

1. Грунтобетонная свая (ГБС) являясь синтезом Get – сваи и сваи – ЭРТ, изготовленной по разрядно-импульсной технологии, является новым направлением в геотехническом строительстве.

Несущую способность ее по грунту рекомендуется определять, как для буровой сваи.

2. За счет электрогидравлической обработки можно существенно повысить прочность грунтоцементного массива.

Список литературы // References

1. Сергеев, С. В. Инженерно-геологические условия функционирования комплекса Белгородского государственного университета / С. В. Сергеев, М. А. Рыбалов // Научные ведомости НИУ «БелГУ». Серия: Естественные науки. – 2010. – №3 (74). – Вып. 10.

2. СП 24.13330.2011 актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты. – Москва: Минрегион России, 2011. – 85с.

3. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. (Актуализированная редакция СНиП 11-02-96). – Москва: Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (ГОССТРОЙ), 2013.
4. Соколов, Н. С. Технологические приемы устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №10. – С. 54.
5. Соколов, Н. С. Расчет буроинъекционных свай ЭРТ повышенной несущей способности / Н. С. Соколов, А. Н. Соколов, С. Н. Соколов [и др.] // Жилищное строительство. 2017. №11. С 20-25.
6. Соколов, Н. С. Технологические приемы устройства буроинъекционных свай многоместными уширениями / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №10. – С. 54.
7. Sokolov N. S. Method of aligning the lurches of objects with large-sized foundations and increased loads on them / N. S. Sokolov, S. S. Viktorova // Periodico Tche Quimica. – 2018. Т. 15. – Special Issue 1. – С. 1–11.
8. Соколов, Н. С. Критерии экономической эффективности использования буровых свай / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2017. – №5. – С. 34–37.
9. Sokolov N. S. Methods and technology of ensuring stability of landslide slope using soil anchors / N. S. Sokolov, A. E. Pushkarev, S. A. Evtiukov // Geotechnics fundamentals and applications in construction: new materials, structures, technologies and calculations. proceedings of the international conference on geotechnics fundamentals and applications in construction: new materials, structures. technologies and calculations, GFAC 2019. – 2019. – С. 347–350.
10. Соколов, Н. С. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии / Н. С. Соколов, М. В. Петров, В. А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции (Чебоксары, 20–21 ноября 2014 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2014. – С. 415–420.
11. Соколов, Н. С. Мелкозернистый бетон как конструкционный строительный материал буроинъекционных свай ЭРТ / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Строительные материалы. – 2017. – №5. – С. 16–19.
12. Соколов, Н. С. Патент на полезную модель №161650 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34, E02D 5/44. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте: №2015126316/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 27.04.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

13. Соколов, Н. С. Один из случаев усиления основания деформированной привооползневой подпорной стены / Н. С. Соколов // Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-12-23-27.

14. Соколов, Н. С. Патент №2605213 С1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной конструкции в грунте: №2015126349/03: заявл. 01.07.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. С. Соколов, Х. А. Джантимиров, М. В. Кузьмин [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

15. Пичугин Ю. П. Патент №2282936 С1 Российская Федерация, МПК H03K 3/53. Генератор импульсных токов: № 2005102864/09: заявл. 04.02.2005: опубл. 27.08.2006 / Ю. П. Пичугин, Н. С. Соколов; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная фирма «ФОРСТ».

16. Соколов, Н. С. Патент №2318960 С2 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. Способ возведения набивной сваи: №2005140716/03: заявл. 26.12.2005: опубл. 10.03.2008 / Н. С. Соколов, В. М. Рябинов, В. Ю. Таврин [и др.].

17. Никонорова, И. В. Хозяйственное освоение зоны влияния Чебоксарского водохранилища / И. В. Никонорова, Н. С. Соколов // Управління водними ресурсами в умовах змін клімату: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 21 марта 2017 г.). – Київ: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2017. – С. 71–72.

18. Соколов, Н. С. Определение несущей способности буринъекционных свай-РИТ со сформированными «подпятниками» / Н. С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы I Международной (VII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 14–15 ноября 2012 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2012. – С. 289–292.

19. Соколов, Н. С. Об ошибочном способе устройства буринъекционных свай с использованием электроразрядной технологии / Н. С. Соколов, С. Н. Соколов, А. Н. Соколов // Жилищное строительство. – 2016. – №11. – С. 20–28.

УДК 69.07

ЭКСПЛУАТИРУЕМАЯ КРОВЛЯ В МНОГОКВАРТИРНОМ ДОМЕ

А.Г. Убаскин

студент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

Аннотация: данная статья рассматривает эксплуатируемую кровлю в многоквартирных домах. На сегодняшний день эксплуатируемая кровля является новым трендом в градостроительстве и строительной индустрии. Архитектура не стоит на месте, она идет в сторону украшения и упрощения. Россия начала использовать данный вид покрытия сравнительно недавно, хоть он давно известен всему миру. Именно поэтому мы решили оценить его функциональные и декоративные возможности в наших реалиях.

Ключевые слова: эксплуатируемая кровля, многоквартирный дом.

THE ROOF IN USE IN AN APARTMENT BUILDING

A.G. Ubaskin

student

I.N. Ulyanov Chuvash State University

Cheboksary, Russia

Annotation: this article examines the roof used in apartment buildings. Today, the exploited roof is a new trend in urban planning and the construction industry. Architecture does not stand still, it goes towards decoration and simplification. Russia started using this type of coating relatively recently, although it has long been known around the world. That is why we decided to evaluate its functional and decorative capabilities in our realities.

Keywords: exploited roof, apartment building.

На сегодняшний день, где преобладают многоквартирные дома, порой не остается места для отдыха, творчества, зелени вокруг нас. Проектировщики в своих проектах пытаются максимально задействовать все имеющееся свободное пространство и добавить немного площади для умиротворения в наши «каменные джунгли».

Мы бы хотели исследовать возможность такого решения как эксплуатируемая кровля в нашей стране, нашем городе и выяснить все плюсы и минусы данного типа покрытия.

Эксплуатируемая кровля — это новый подход к благоустройству крыш многоквартирных домов, который предусматривает их использование не только как защиту от осадков и солнца, но и как дополнительное пространство для отдыха и развлечений жителей. Такая крыша становится дополнительной территорией для озеленения, а также для обустройства кафе, садов и даже спортивных площадок.

Основные характеристики эксплуатируемой кровли включают в себя прочность и износостойкость материалов, устанавливаемых на крыше. На эксплуатируемой кровле обычно использованы специальные полимерные покрытия, которые обеспечивают длительный срок службы и защищают от повреждений, вызванных воздействием атмосферных явлений, ультрафиолетовым излучением и механическими воздействиями.

Чтобы создать эксплуатируемую кровлю, необходимо специальное проектирование и строительство. Конструкция должна быть герметичной, чтобы предотвратить протечки и повреждения внутренних помещений здания. Кроме того, необходимо предусмотреть системы дренажа и орошения, которые обеспечат поддержание нужного уровня влажности и помогут вырастить зелень.

Эксплуатируемая кровля является новым трендом в градостроительстве и строительной индустрии. Она не только преобразует внешний вид здания, но и улучшает качество жизни его жителей. Благодаря разумному использованию места и ресурсов, эксплуатируемые крыши становятся ценным дополнением к многоквартирным домам, создавая комфортные и экологически чистые условия для проживания и отдыха.

Эксплуатируемая крыша по типу использования делится на 4 вида:

1) кровля-терраса – имеет большой функционал для отдыха и легких прогулок, больше подходит для крыши частного дома. для такого вида изготавливают специальные проекты с самыми различными идеями;

2) зеленая крыша – применяют для высадки на крышах строений газона, а также различных растений, которые способствуют увеличению кислорода в воздухе;

- 3) плоский паркинг – применим в качестве парковки автомобилей;
- 4) вариант с зелеными, пешеходными зонами используется для активного отдыха.

Основные преимущества эксплуатируемой кровли:

1) увеличение полезной площади. Одним из главных преимуществ эксплуатируемой кровли является возможность использовать ее как дополнительное пространство для отдыха, занятий спортом или даже выращивания растений. Это особенно важно для многоквартирных домов, где площадь внутренних дворов ограничена;

2) улучшение энергоэффективности. Эксплуатируемая кровля может служить дополнительным изоляционным слоем, что позволяет снизить теплопотери через крышу и улучшить энергоэффективность здания. Это особенно актуально в зимний период, когда теплоизоляция играет ключевую роль в поддержании комфортной температуры внутри дома;

3) снижение шумоизоляции. Покрытие эксплуатируемой кровли может служить дополнительным шумоизоляционным слоем, что позволяет снизить проникновение внешнего шума внутрь здания. Это особенно важно для многоквартирных домов, расположенных в шумных районах или возле оживленных дорог;

4) продление срока службы кровли. Эксплуатация кровли подразумевает регулярный осмотр и уход за ней, что позволяет улучшить ее долговечность и продлить срок службы. Благодаря этому, владельцы многоквартирных домов могут значительно сэкономить на замене кровли в будущем.

Также у эксплуатируемой кровли имеются ряд недостатков:

1) дорогая – она может быть в несколько раз дороже, чем неэксплуатируемая крыша на аналогичном здании;

2) тяжелая – под эксплуатируемую кровлю нужны мощные несущие конструкции и фундамент, поэтому ее далеко не всегда можно сделать на уже построенном доме;

3) сложная в монтаже и ремонте. Чем больше слоев в кровельном пироге, тем выше вероятность ошибки и сложнее контроль качества работ. А в случае протечки для поиска ее причины и ремонта нужно будет как минимум частично снимать финишное покрытие и разбивать стяжку.

В России строительство эксплуатируемых крыш в многоквартирных домах не так популярно, как за рубежом. В Москве эксплуатируемая кровля основном это места для кафе и клубов, а также элитных квартир. Это можно объяснить неустойчивым климатом, около полугода такая крыша будет малопригодна для эксплуатации в полной мере. Но, несмотря на этот факт, кровли, эксплуатируемые даже не круглый год, все равно оправдывают свое назначение. Если же вложить еще определенное количество средств, то пользоваться крышей можно будет независимо от сезона и погодных условий. Подогрев кровли, навес или защита из стекла, грамотно установленные водостоки, обогревательные и снегоочистительные системы, а также, правильно подготовленная поверхность – один из эффективных способов использовать ее по максимуму в любое время года.

Таким образом, мы выяснили, что эксплуатируемая крыша в России – это возможно. Она сложна в установке и обслуживании, но окупает себя, как и для строителей, своей дороговизной и эксклюзивностью, так и для покупателей в виде пространства для своего блага и комфорта.

Список литературы / References

1. Беликова, Т. Н. Зеленые крыши и «Сады Семирамиды» / Т. Н. Беликова // Комплексные проблемы развития науки, образования и экономики. – Коломна: Коломен. ин-т (филиал) ФГБОУ ВПО «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», 2017. – С. 18–29.
2. Горохов, В. А. Зеленая природа города: учебник для вузов / В. А. Горохов. – Москва: Стройиздат, 2003.
3. Жолобов, А. Л. Современные методы устройства кровель зданий: учеб. пособие / А.Л. Жолобов, Е.А. Жолобова. – Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит ун-т, 2011. – 63 с.
4. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений / под рук. В. Л. Машинского. – Москва: Москомархитектура, 2001.
5. Самойлов, В. С. Крыши, кровли, мансарды / В. С. Самойлов. – Одесса: Литератур. бульвар, 2009. – 318 с.
6. Титова, Н. П. Сады на крышах / Н. П. Титова. – Москва: Олма-Прессгранд, 2002. – 112 с.
7. Шерешевский, И. А. Конструирование гражданских зданий / И. А. Шерешевский. – Москва: Архитектура-С, 2005.

СЕКЦИЯ 4. ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 636.4.033

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Е.В. Александров
студент

А.П. Яковлев

канд. экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: приведены способы энергосбережения при проектировании и строительстве зданий, а также проблемы достижения сокращения энергопотребления.

Ключевые слова: энергоэффективные материалы и технологии, низкоэмиссионное остекление, вентиляционные установки с рекуперацией тепла, безмасляные центробежные компрессоры на магнитной подвеске для чиллеров, пофасадное отопление.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS

E.V. Alexandrov
student

A.P. Yakovlev

candidate of economic sciences, associate professor

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the ways of energy saving are given in the design and construction of buildings, as well as the problems of achieving energy consumption reduction.

Keywords: energy-efficient materials and technologies, low-emission glazing, ventilation systems with heat recovery, oil-free centrifugal compressors with magnetic suspension for chillers, front-facing heating.

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности следует рассматривать как один из основных источников будущего экономического роста. Однако до настоящего времени этот источник был задействован лишь в малой степени.

Решение проблемы энергосбережения и повышения энергетической эффективности носит долгосрочный характер, что обусловлено необходимостью как изменения системы отношений на рынках энергоносителей, так и замены и модернизации значительной части производственной, инженерной и социальной инфраструктуры и ее развития на новой технологической базе [1–4].

Одно из важнейших условий – создавать энергосбережение, как выгодное дело, как для компаний, занимающихся энергосбережением на профессиональном уровне, так и для финансистов. В то же время, энергосбережение должно быть преобразовано для потребителей энергии в разумный метод уменьшения расходов.

Энергоэффективное здание – здание при проектировании, эксплуатации и строительстве которого осуществлены все возможные мероприятия, направленные на эффективное (рациональное) использование меньшего количества энергии для предоставления и поддержания того же уровня энергообеспечения зданий.

Первостепенная задача при проектировании энергоэффективного здания – это применение архитектурных и инженерных решений здания, обеспечивающих минимизацию расхода энергии на создание микроклимата в его помещениях, т. е. обеспечение тепловой защиты здания и уменьшение расхода тепловой энергии на отопление, и вентиляцию здания (энергосбережения).

Рассмотрим инновационные способы энергосбережения при проектировании и строительстве зданий:

– для ограждающих конструкций это применение энергоэффективных материалов, таких как низкоэмиссионное остекление, которое позволяет сберечь тепло и препятствовать перегреву помещений от солнечной радиации;

– для повышения энергетической эффективности зданий предусматривается применение строительных теплоизоляционных материалов с низким коэффициентом теплопроводности, а также за счет использования таких материалов как газо- и пенобетон, полистиролбетон и применения пустотелых крупноформатных керамических материалов из пористой керамики.

– в части оборудования на объектах – это применение вентиляционных установок с рекуперацией тепла – «повторным» использованием уже нагретого воздуха для снижения энергопотребления на нагрев воздуха;

- в холодильных центрах это использование компрессоров на магнитной подвеске для чиллеров, которые также снижают энергопотребление работы системы кондиционирования порядка 25%;

- для уменьшения снижения температуры теплоносителя систем отопления, теплоснабжения и горячего водоснабжения при его транспортировке, а также для уменьшения снижения температуры приточного воздуха в системах приточной вентиляции предусматривается использование высокоэффективной тепловой изоляции;

- использование насосов с частотным регулированием электродвигателей для автоматического поддержания расчетного давления;

- использование систем обратного водоснабжения и повторного использования тепла подогретой воды;

- использование пофасадного автоматического регулирования систем отопления и т. д.

Проблемы достижения сокращения энергопотребления:

- асимметрия информации и недостаточная осведомленность (строительные предприятия, участвующие в цикле строительства зданий, имеют ограниченные знания, навыки и подготовку по вопросам энергоэффективности);

- высокая стоимость энергоэффективных продуктов и связанная с ней необходимость дополнительных усилий и знаний, что делает их приобретение не выгодным с точки зрения имущества;

- отсутствие инициативы, инноваций и инновационного потенциала (неразвитость рынка энергоэффективных технологий приводит к высокой стоимости технических решений и инноваций);

- недостаточное стимулирование, которое связано с низким приоритетом энергетических вопросов по сравнению с другими проблемами;

- основная концентрация государственных инвестиций ориентирована на крупнозаселенные территории, где реализовывать инновационные проекты нецелесообразно из-за насыщенности предоставляемых первичных ресурсов;

- отсутствие краткосрочной отдачи и незначительность поддержки со стороны государства;

- недостаточность развития инфраструктуры (отсутствует полноценная система мониторинга энергоэффективных зданий);

- отсутствие или неполнота и несогласованность нормативно-правовых актов по внедрению и регулированию энергоэффективности (СП, СНиПы, ГОСТы и т. п.).

Какие энергосберегающие технологии развиты и почему?

Не развиты в строительстве энергосберегающие технологии, основывающиеся на использовании возобновляемых источников

энергии. К ним относятся тепловые насосы, солнечные панели, ветровые и другие установки для сохранения и преобразования энергии, которые позволяют использовать и хранить в дальнейшем накопленную энергию. Такие мероприятия обеспечивают сбережение энергии, но их стоимость и обслуживание на длительном периоде эксплуатации здания еще достаточно высоки.

Главная проблема в использовании альтернативных источников энергии (солнечный свет и ветер) заключается в их непостоянстве на протяжении суток и необходимости аккумуляирования энергии (а далее ее извлечения из аккумуляторов). В основном используются высокотоковые аккумуляторы большой емкости, но и их недостаточно для хранения больших мощностей электроэнергии и их производство может наносить большой вред.

Вывод.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что для достижения энергоэффективности зданий необходимо использование различных технологий и материалов, которые позволяют уменьшить энергопотребление в зданиях и снизить затраты на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и освещение. Она может быть достигнута путем использования современных технологичных материалов, улучшения конструкций зданий и оборудования, а также использования новых технологий.

Список литературы / References

1. Андреева, Е. О. К вопросу об энергосбережении в современном архитектурно-строительном комплексе / Е. О. Андреева, Н. И. Борисова // *NovalInfo.Ru*. – 2015. – Т. 1. №39. – С. 117–122.
2. Борисов, А. В. Региональные аспекты применения энергосберегающих технологий в строительстве и ЖКХ / А. В. Борисов, Н. И. Борисова, Д. А. Пестова // *NovalInfo.Ru*. – 2015. – Т. 2. – №39. – С. 141–149.
3. Яковлев, А. П. Инновации как стратегическая перспектива регионального развития / А. П. Яковлев, Л. Г. Ефремов // *Актуальные проблемы экономической теории и региональной экономики*. – 2013. – №4 (12). – С. 104–112. EDN TSZGOR.
4. Богданов, В. Ф. Технико-экономическая эффективность многослойных наружных стен / В. Ф. Богданов, Д. Н. Тарасов, И. П. Федосеева [и др.] // *Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2016 г.)*. – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2016. – С. 343–348. EDN XGMEJP.

УДК 621.182+621.438

**МОДЕРНИЗАЦИЯ РАЙОННОЙ ОТОПИТЕЛЬНОЙ
КОТЕЛЬНОЙ 4-С Г. ЧЕБОКСАРЫ В МИНИ-ТЭЦ
ЗА СЧЕТ НАДСТРОЙКИ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКОЙ**

В.В. Афанасьев

д-р. техн. наук, доцент

Е.В. Краснов

аспирант

Ю.А. Туманов

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: исследуется возможность повышения эффективности работы котельной за счет надстройки водогрейных котлов ПТВМ-30М и КВГМ-100 газотурбинной установкой по сбросной схеме.

Ключевые слова: водогрейный котел, когенерация, газотурбинная установка, горячее водоснабжение, технико-экономические показатели.

**MODERNIZATION OF THE DISTRICT HEATING BOILER
HOUSE 4-S OF CHEBOKSARY IN A MINI-CHP DUE
TO THE SUPERSTRUCTURE OF A GAS TURBINE UNIT**

V.V. Afanasyev

doct. of techn. sciences, associate professor

E.V. Krasnov

postgraduate student

Yu.A. Tumanov

senior lecturer

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the possibility of increasing the efficiency of the boiler house due to the superstructure of the PTVM-30M and KVGМ-100 hot water boilers by a gas turbine installation according to a discharge scheme is being investigated.

Keywords: hot water boiler, cogeneration, gas turbine installation, hot water supply, technical and economic indicators.

Согласно энергетической стратегии РФ на период до 2035 года одним из перспективных направлений развития отечественной энергетики в современных условиях является развитие распределенной генерации за счет внедрения когенерационных установок малой мощности в районных и промышленных отопительных котельных для их перевода в режим мини-ТЭЦ [1]. Это позволяет увеличить в стране до 50 ГВт установленной электрической мощности с комбинированной выработкой тепловой и электрической энергии, сократить до 30% потребление первичного топлива. Подтверждением актуальности внедрения когенерационных установок является запрет в развитых европейских странах и США использование природного газа без когенерации на вновь вводимых или реконструируемых ТЭЦ и котельных [2].

Целью работы является модернизация котельной в мини-ТЭЦ надстройкой газотурбинной установкой (ГТУ) для повышения эффективности ее работы.

В котельной 4-С установлены четыре водогрейных котла (2 ПТВМ-30М и 2 КВ-ГМ-100) и два паровых котла ДКВР-6,5, которые в настоящее время находятся в резерве. В отопительный период применяется температурный график 150 на 70 °С с верхней срезкой на 115 °С, а в межотопительный период используется ПТВМ-30М на ГВС с тепловой нагрузкой порядка 18–20 Гкал/ч в зависимости от температуры холодной воды на подпитку. Большинство абонентов к ГВС подключены по открытой схеме, а часть по закрытой. Для сглаживания суточного графика потребления сетевой воды установлены два бака аккумулятора с общим объемом 3000 м³. Средняя мощность электрической энергии на собственные нужды в течение года изменяется от 0,7 до 2,7 МВт, отношение тепловой энергии, отпущенной потребителям, к электрической энергии на собственные нужды изменяется в течение года от 28 до 46. В котельной используется природный газ Уренгойского месторождения с средней низшей теплотой сгорания $Q_n^c = 34,7$ МДж/м³.

Для перевода котельных в режим мини-ТЭЦ могут использоваться газопоршневые установки (ГПУ), которые имеют высокий КПД (до 45%) по выработке электрической энергии и сопоставимую по величине утилизируемую тепловую энергию. Основные недостатки использования ГПУ при модернизации котельной в мини-ТЭЦ – это большие массогабаритные размеры, что затрудняет ее размещение в

котельной, недостаточное количество утилизируемой тепловой энергии с ограничением максимальной температуры сетевой воды до 90–100 °С, что не позволяет выдерживать температурный график.

В котельных с существенным преобладанием отпускаемой тепловой энергии над потреблением электроэнергии на собственные нужды целесообразно применять ГТУ [3]. При этом надстройка котельной ГТУ может проводиться двумя способами: с использованием специального котла-утилизатора и со сбросом горячих продуктов сгорания в имеющийся штатный котел. Применение специального котла-утилизатора по первому способу приводит к дополнительным затратам на его приобретение, установку и свободной площади в котельной для его размещения. Кроме того, установка дополнительного котла-утилизатора приводит к избыточному увеличению установленной тепловой мощности котельной, которая в настоящее время используется менее 50% от максимальной мощности. Поэтому целесообразно использовать схему со сбросом продуктов сгорания после ГТУ в имеющийся штатный котел. Поскольку сжигание топлива в ГТУ осуществляется с большими коэффициентами избытка воздуха ($\alpha = 3,5 \dots 7$), то использование штатных водогрейных котлов позволяет не только утилизировать теплоту горячих продуктов сгорания после ГТУ, но и там же сжигать дополнительное топливо в атмосфере выхлопных газов ГТУ для увеличения тепловой мощности котла вплоть до паспортных значений. Для сохранения аэродинамического сопротивления газового тракта реконструируемого штатного котла на приемлемом уровне необходимо ГТУ подбирать по расходу дымовых газов. Рассмотрим варианты надстройки котлов ПТВМ-30М и КВ-ГМ-100.

В работе [4] показано, что наиболее оптимальным, из условия согласования штатного водогрейного котла ПТВМ-30М и ГТУ по расходу выхлопных газов для обеспечения скорости последних в газоходе и разрежения в топке требованиям завода-изготовителя котла, является ГТЭС-2,5 производства ОАО «Сатурн – Газовые турбины». Расход выхлопных газов ГТУ составляет 14,7 кг/с, что не превышает расхода дымовых газов котла ПТВМ-30М, равный 15,9 кг/с [5]. Поэтому сброс выхлопных газов ГТУ в котел и дополнительное сжигание природного газа в топке котла в атмосфере выхлопных газов ГТУ не приведет к превышению скорости газов в газоходе и разрежения в топке котла. Для обеспечения наилучших

технико-экономических показателей работы ГТУ необходимо ее загружать в базовом режиме в течение всего года, вырабатывая электроэнергию на номинальной мощности (2,5МВт) с полной утилизацией тепла дымовых газов после ГТУ, равной 3,87 Гкал/ч. Это позволяет в полном объеме обеспечить потребности котельной в электроэнергии на собственные нужды, а для обеспечения тепловой энергией на ГВС порядка 20 Гкал/ч необходимо дополнительно сжигать природный газ в количестве $B = 2100 \text{ м}^3/\text{ч}$ в топке котла в атмосфере выхлопных газов ГТУ, что повышает удельный расход топлива и эффективность работы когенерационной установки. Поэтому представляет интерес обеспечение потребителей в полном объеме тепловой энергией на ГВС за счет утилизации тепла продуктов сгорания после ГТУ без дожига дополнительного топлива.

Таблица 1

Основные технические характеристики
ГТЭС-16 и КВ-ГМ-100 [6, 7]

| Основные технические характеристики и параметры | ГТЭС-16 | Основные технические характеристики и параметры | КВ-ГМ-100 |
|---|---------|--|-----------|
| Тепловая мощность на выхлопе при $t = 110 \text{ }^\circ\text{C}$, Гкал/ч | 20,4 | Теплопроизводительность номинальная, Гкал/ч | 100 |
| КПД в когенерационном цикле, % | 84,7 | КПД котла на газе, % | 93,2 |
| Расход природного газа (при $\rho = 0,68 \text{ кг/м}^3$), $\text{м}^3/\text{ч}$ | 4986,2 | Расход природного газа, $\text{м}^3/\text{ч}$ | 12520 |
| Коэффициент избытка воздуха | 3,3 | Коэффициент избытка воздуха | 1,05 |
| Температура газов на выхлопе, $^\circ\text{C}$ | 495 | Температура уходящих газов на газе, $^\circ\text{C}$ | 138 |
| Расход выхлопных газов за силовой турбиной, кг/с | 55,6 | Расчетное знач. расхода дымовых газов, кг/с | 51,66 |
| Давление выхлопных газов при нормальных условиях, кгс/см^2 | 1,0732 | Аэродинамическое сопротивление газового тракта, Па | 1200 |

Этим условиям наиболее близко удовлетворяет ГТЭС-16 производства Пермский авиадвигатель с тепловой мощностью

20,4 Гкал/ч и расходом выхлопных газов 55,6 кг/с в базовом режиме работы при стандартных условиях [6]. Из установленных в котельной котлов только котел КВ-ГМ-100 может быть использован в качестве котла-утилизатора, который рассчитан на работу с расходом дымовых газов 51,7 кг/с на номинальном режиме работы [7–8] (см. таблицу). Возможность использования КВ-ГМ-100 для утилизации тепла выхлопных газов ГТУ подтверждается также водогрейным котлом КВ-ГМ-116,3-150ГТ производства ЗАО «Энергомаш-Белгород», который специально разработан для работы по сбросной схеме с ГТЭС-16.

При этом котел-утилизатор может работать в следующих режимах: утилизационном, комбинированном (с дополнительным сжиганием природного газа) и автономном режимах.

В утилизационном режиме тепловая мощность котла составляет 20,4 Гкал при стандартных условиях (при температуре наружного воздуха 15 °С) и загрузке ГТУ на номинальную мощность 16 МВт, что достаточно для обеспечения потребителей тепловой энергией на ГВС в межотопительный период. Следует отметить, что данный режим работы характеризуется высоким коэффициентом использования топлива (КИТ = 84,7) при наименьшем расходе условного топлива ($b_{у.т.} = 212$ г/кВт·ч) на выработку электрической энергии среди аналогичных по мощности отечественных газотурбинных электростанций [6]. Это повышает ее конкурентоспособность в связи с постоянным ростом цен на первичное топливо.

В отопительный период котел может работать в комбинированном режиме работы с дополнительным сжиганием топлива в атмосфере выхлопных газов ГТУ без использования штатных вентиляторов. В работе [8] показано, что возможный максимальный расход природного газа, сжигаемый в атмосфере выхлопных газов в котле-утилизаторе, составляет $B_{KV} = 3,1$ м³/с. При сжигании такого количества газа в котле с учетом $\eta = 93,2\%$ и $Q_{и}^c = 34694$ кДж/м³ его тепловая мощность равняется $N_T = B_{KV} \cdot Q_{и}^c \cdot \eta = 100,24$ МВт (86,2 Гкал/ч). Суммарная тепловая мощность котла, без использования дутьевых вентиляторов с учетом теплоты утилизируемых выхлопных газов ГТУ, составляет $N = N_T + N_{ут} = 106,6$ Гкал/ч. Диапазон регулирования нагрузки мощности котла равняется 50-100 Гкал/ч. При замене горелок и реконструкции АСУ диапазон регулирования может быть расширен с 25 до 100 Гкал/ч [9].

Котел КВ-ГМ-100 может работать в автономном режиме без утилизации тепла дымовых газов во время обслуживания и ремон-

тах ГТЭС. В этом случае включаются штатные дутьевые вентиляторы и сжигание природного газа в топке котла осуществляется в атмосфере воздуха.

Для перевода котельной в режим работы мини-ТЭЦ необходимо решить следующие задачи: размещение ГТУ, модернизация котла и газоходов, размещение дожимного компрессора с узлом подготовки газа, разработать систему управления коэффициентом избытка воздуха в топке котла, установку системы клапанов, решить вопросы выдачи электрической энергии в схему электроснабжения города.

Приближенные оценки показывают, что при общем времени работы ГТЭС в течение года порядка 7000 часов, стоимости природного газа 6,0–6,3 руб/нм³, тепловой энергии 1300–1500 руб/Гкал, удельный расход условного топлива составляет около 195 г.у.т./кВт·ч, а ее себестоимость – 2,0–2,5 руб/кВт·ч. При стоимости модернизации котельной порядка 800 \$/кВт срок окупаемости составляет от 5 до 6,5 лет. Следует также учесть системный эффект снижения суммарного потребления природного газа на энергообеспечение района города, потерь электрической энергии на ее транспортировку, а также повышение надежности энергообеспечения тепловой и электрической энергией потребителей района.

Таким образом, результаты исследований показывают, что утилизация тепла выхлопных газов ГТУ, работающей на номинальной электрической мощности, позволяет полностью обеспечить потребности в тепловой энергии на ГВС в межотопительный период без дополнительного сжигания природного газа в котле-утилизаторе в атмосфере выхлопных газов ГТУ. В отопительный период имеется возможность увеличить тепловую мощность котла вплоть до паспортных значений за счет дополнительного сжигания природного газа в топке котла без применения дутьевых вентиляторов. Перспективным направлением дальнейшего внедрения когенерационных технологий для тепло- и электроснабжения удаленных населенных пунктов является вовлечение местных видов твердого топлива за счет их предварительной газификации и пиролиза [10–12].

Список литературы / References

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 23.03.2024).
2. Иноземцев, А. А. Использование газотурбинных технологий / А. А. Иноземцев, А. А. Васильев, И. Н. Шубин [и др.] // Энергосбережение. – 2001. – №2. – С. 15–18.

3. Афанасьев, В. В. Исследование вариантов перевода районной отопительной котельной 4-С г. Чебоксары в режим когенерации / В.В. Афанасьев, В.Г. Ковалев, Е.В. Краснов [и др.] // Проблемы и перспективы развития энергетики, электротехники и энергоэффективности: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2023. – С. 232–241.

4. Афанасьев, В. В. Повышение эффективности работы отопительной котельной за счет модернизации в мини-ТЭЦ / В. В. Афанасьев, В. Г. Ковалев, Е.В. Краснов [и др.] // Проблемы и перспективы развития энергетики, электротехники и энергоэффективности: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2023. – С. 224–232.

5. Котел водогрейный КВ-ГМ-35-150 (ПТВМ-30М). Руководство по эксплуатации. А-7513РЭ. Дорогобужкотломаш. – 2017. – 38 с. URL: <https://www.dkm.ru> (дата обращения: 23.03.2024).

6. Газотурбинные электростанции ГТЭС-12П/ГТЭС-16П. URL: <https://pandia.ru/text/79/026/44319.php> (дата обращения: 03.04.2024).

7. ТХ 34-70-017-86. Типовая энергетическая характеристика водогрейного котла КВ-ГМ-100 при сжигании природного газа. – Москва: СПО Союзтехэнерго, 1987. – 21 с.

8. Афанасьев, В. В. Модернизация отопительной котельной в мини-ТЭЦ за счет надстройки котла КВ-ГМ-100 газотурбинной установкой / В. В. Афанасьев, В. Г. Ковалев, Е. В. Краснов [и др.] // Проблемы и перспективы развития энергетики, электротехники и энергоэффективности: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2023. – С. 206-213.

9. Длугосельский, В. И. Надстройка водогрейных котельных газотурбинными установками / В. И. Длугосельский, В. Я. Зубков // Теплоэнергетика. – 1999. – №1. – С. 47–50.

10. Афанасьев, В. В. Электротермическая газификация твердых топлив / В. В. Афанасьев, В. Г. Ковалев, В. А. Тарасов [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №1-2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19836> (дата обращения: 26.07.2023).

11. Афанасьев, В. В. Исследование физико-химических свойств газификации местных видов топлив / В. В. Афанасьев, В. Г. Ковалев, В. Н. Орлов [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2016. – №9-2. – С. 227–232.

12. Афанасьев, В. В. Математическое моделирование энергетических балансов процессов газификации твердого топлива / В. В. Афанасьев, В. А. Тарасов, В. Г. Ковалев // Региональная энергетика и электротехника: проблемы и решения: сборник – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2010. – С. 46–58.

УДК 624

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ
В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ
ИЗ ОБЪЕМНОЙ КЛАДКИ**

А.Г. Николаева

старший преподаватель

Н.В. Иванова

старший преподаватель

М.А. Бахмисова

аспирант, старший преподаватель

А.Э. Антонова

студент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: в статье приведены результаты численных экспериментов по расчету температурных полей в ограждающих конструкциях из объемной кладки на примере проекта жилого дома.

Ключевые слова: ограждающие конструкции, температурное поле, теплотехнический расчет.

**DISTRIBUTION OF TEMPERATURE FIELDS
IN LAYERED ENCLOSING STRUCTURES**

A.G. Nikolaeva

senior lecturer

N.V. Ivanova

senior lecturer

M.A. Bakhmisova

postgraduate student, senior lecturer

A.Э. Антонова

student

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: the article presents the results of numerical experiments on the calculation of temperature fields in enclosing structures made of bulk masonry using the example of a residential building project.

Keywords: monitoring, overlap, beam, deflection, inclinometer, angle of rotation, damage, deformation, stress.

Работа по исследования температурных полей в ограждающих конструкциях ведется во многих научных организациях. Проводятся натурные испытания зданий и элементов ограждающих конструкций. Все это является подтверждением того, что данная тематика является актуальной в наше время [4–8].

Трендом современной архитектуры является 3D-кладка, которая выглядит довольно эффектно в деле. При ее устройстве, часть кирпичей в кладке выдвигается за основную плоскость стены, что создает на фасаде рельеф, игру света и тени. Архитектурные 3D-элементы не имеют особой классификации и градации, могут применяться в любом месте стены, форма и орнамент может быть разнообразной. Но есть два правила, которые надо соблюдать: выносить кирпич за плоскость стены без дополнительного армирования кладки можно не более, чем на 1/3 его длины; для 3D-кладки используется только качественный полнотелый кирпич.

Материал и методы исследований.

Площадка проектируемого жилого дома расположена в новом районе города Чебоксары, в жилом массиве по ул. Тракторостроителей, 6.

Наружные стены надземных этажей - кладка из крупноформатных пустотных керамических камней Римкер 2,15 НФ М150 F50 ($\gamma = 900$ кг/куб.м, $\lambda_B = 0,23$ Вт/м $^{\circ}$ С) с облицовкой лицевым керамическим пустотелым кирпичом 1НФ М150 F75 ($\gamma = 1300$ кг/куб.м, $\lambda_B = 0,58$ Вт/м $^{\circ}$ С). Перевязка лицевого слоя с основной кладкой – жесткая, один тычковый ряд на 4 ряда лицевой кладки. Общая толщина наружных стен 640 мм.

Суть исследования состояла в том, чтобы определить температуру по границам слоев и характер распределения температурных полей в толще объемной кладки. В эксперименте были рассмотрены линейный и угловой участок стены.

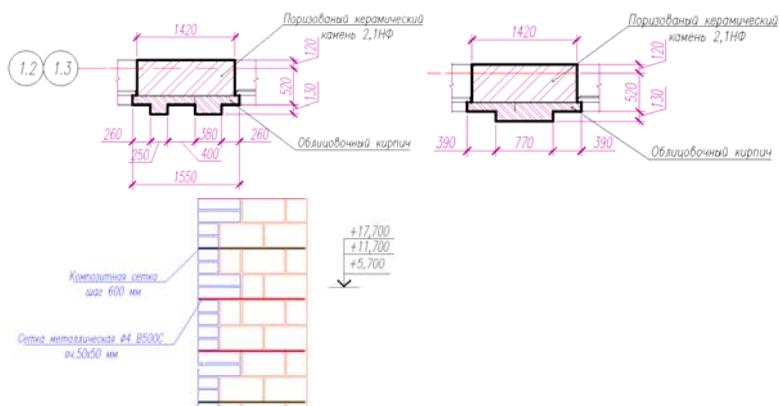


Рис. 1. Поперечное сечение простенков объемной кладки в поперечном и продольном направлении

В качестве рассматриваемой модели была взята конструкция стены, изображенной на рис. 1. армирование кладки в данной задаче не учитывалось. В соответствии с требованиями [3] была создана двухмерная модель рядового участка и углового участка стены. Расчет проводился в программе Лира-САПР по методике стационарной задачи теплопроводности.

Расчетная схема рассматриваемого участка стены моделировалась пластинчатыми конечными элементами теплопроводности, а конвективный теплообмен проводился через стержневые элементы конвекции тип 1555 (см. рис. 2). Распределение температурных полей в поперечном и продольном направлениях каменной кладки рассчитывались для зимнего периода с температурой воздуха наиболее холодной пятидневки - 29°C, внутренняя температура воздуха принята 20°C.

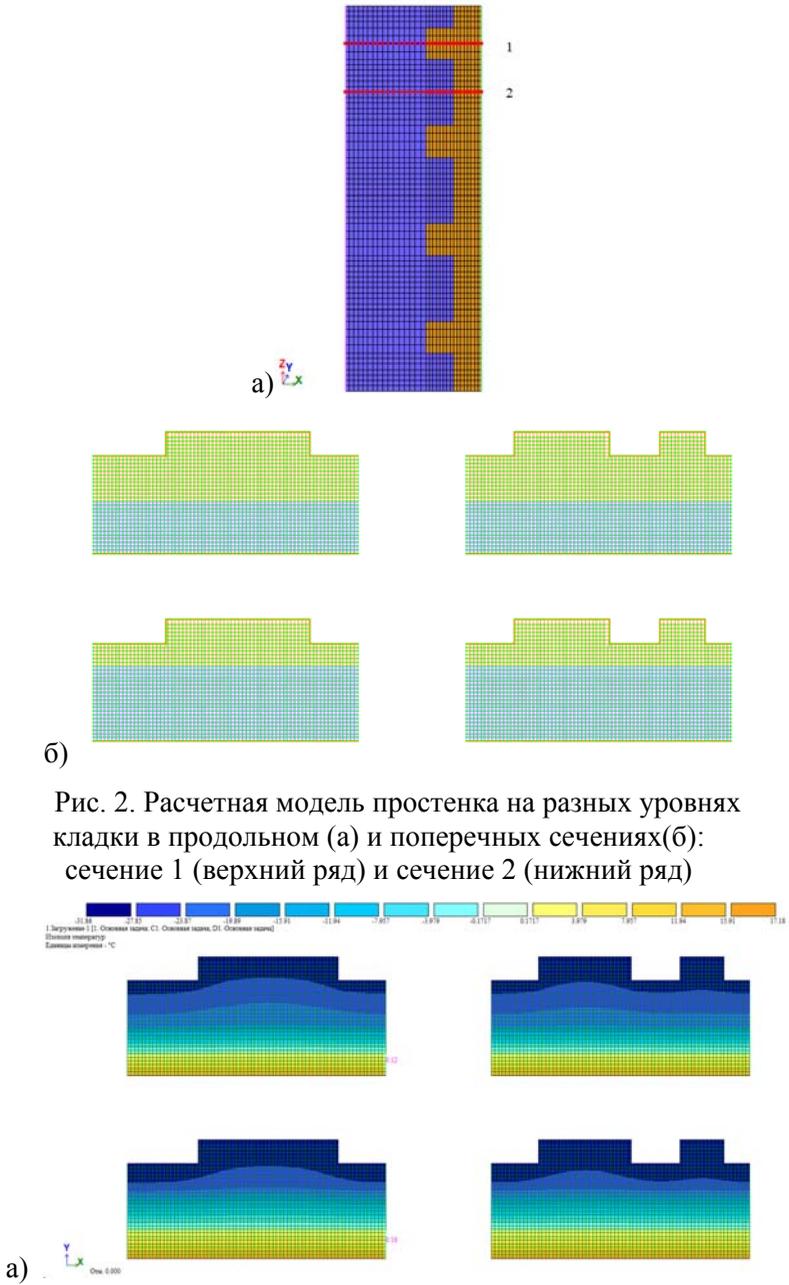
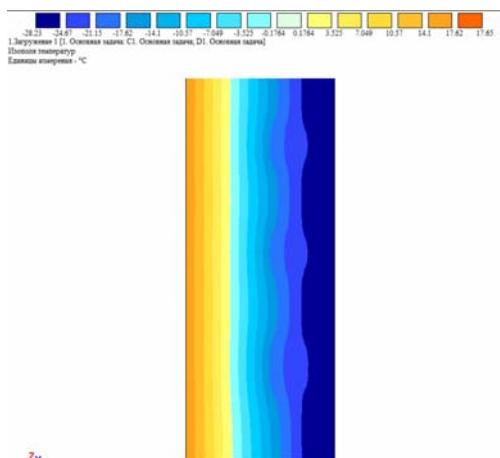


Рис. 2. Расчетная модель простенка на разных уровнях кладки в продольном (а) и поперечных сечениях(б): сечение 1 (верхний ряд) и сечение 2 (нижний ряд)



б)

Рис. 3. Результаты расчета. Изополя температур в поперечном (а) и продольном (б) сечениях простенка

Результаты и проблематика.

По результатам расчета были построены графики распределения температуры в продольном (рис. 4) и поперечном (рис. 6) сечениях простенка. В продольном сечении наблюдаются некоторые изменения графика распределения температуры, что связано с изменением толщины облицовочного слоя. В поперечном сечении, тоже в следствии изменения толщины облицовочного слоя, наблюдается смещение точки росы примерно на 2 см в масштабе численной модели и понижение температуры внутренней поверхности почти на 1 градус (рис. 3, а).

Распределение температуры в объемной кладке

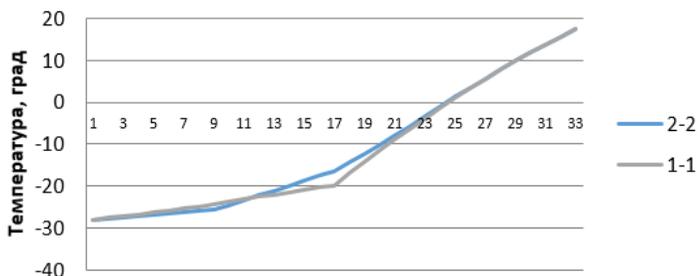


Рис. 4. График распределения температуры в вертикальном (продольном) сечении простенка в 1 и 2 сечении

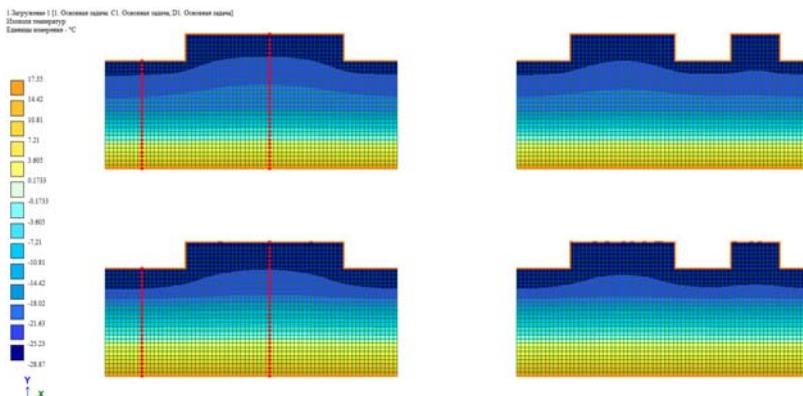


Рис. 5. Рассматриваемые сечения простенка в поперечном направлении

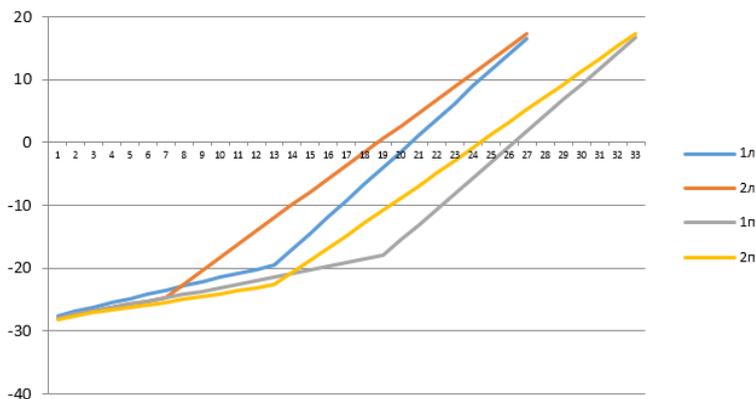


Рис. 6. График распределения температуры в горизонтальном сечении простенка в «тонком» (1) и «толстом» (2) участке объемной кладки

Заключение

Как показали численные эксперименты, при выполнении тепло-технических расчетов многослойных ограждений объемной кладки необходимо учитывать расположение слоев кладки и их перевязку, чтобы не допустить понижения температуры внутренней поверхности стены и перемещения точки росы в несущий слой кирпича.

Для более точного представления о характере распределения температурных полей необходимо рассматривать не только линейные участки стен, но и угловые участки, а так же места примыкания оконных и дверных проемов, конструкций перекрытий и пр. Также желательно при проведении исследования распределения температурных полей рассматривать трехмерную модель участка стены, для более точного определения характера этого распределения.

Список литературы/ References

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.

2. Каталог температурных полей узлов типовых ограждающих конструкций: пособие для проектирования / НИИ строит. физики. – Москва: Стройиздат, 1980.

3. ГОСТ 59242-2020 Здания и сооружения: Расчет температурного поля узлов ограждающих конструкций.

4. Bakhmisova M. A. Development, Strength Check, Calculation of the Wind Load of a Multi-layer Guarding Structure / M. A. Bakhmisova, A. N. Plotnikov, L. A. Sakmarova, M. V. Petrov // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 197. – Pp. 49–54. DOI 10.1007/978-981-16-6593-6_6.

5. Сакмарова, Л. А. Многослойные ограждающие конструкции, и их свойства при температурных воздействиях / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции (Чебоксары, 21–22 ноября 2018 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2018. – С. 88–96.

6. Плотников, А. Н. Несущая способность армированной каменной кладки при центральном сжатии на основе деформационных параметров ее компонент / А. Н. Плотников, Т. В. Романова, Б. В. Михайлов [и др.] // Строительство и застройка: жизненный цикл–2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 г.). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 183–197.

7. Плотников, А. Н. Прочностной расчет армированной каменной кладки на основе деформационных параметров составляющих ее материалов / А. Н. Плотников, О. С. Яковлева, Т. В. Романова // Современные вопросы механики сплошных сред–2019: сборник статей по материалам конференции с международным участием (Чебоксары, 07 июня 2019 г.). – Чебоксары: Среда, 2019. – С. 60–68.

8. Петров, М. В. Разработка многослойной ограждающей конструкции и проверка прочности подсистемы при температурных воздействиях / М. В. Петров, М. А. Бахмисова // Строительство и застройка: жизненный цикл–2020: материалы V Междунар. (XI Всерос.) конф. (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 г.). – Чебоксары: Среда. – С. 97–10.

УДК 69.07

**НАУЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ
МНОГОСЛОЙНЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН
С ЖЕСТКИМИ СВЯЗЯМИ**

Л.А. Сакмарова

канд. пед. наук, доцент

Е.Г. Гоник

канд. техн. наук

М.А. Бахмисова

аспирант, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

Аннотация: многослойные наружные стены с жесткими связями широко применяются в современном строительстве. Они обладают рядом преимуществ, таких как высокая теплоизоляция, звукоизоляция, пожаростойкость и долговечность. Однако их устойчивость может быть ограничена, если не учитывать влияние различных архитектурно-конструктивных решений. В данной статье идет речь про дефекты, образование конденсата, устойчивость и исследование наружных стен реального объекта.

Ключевые слова: многослойная ограждающая конструкция, жесткие связи, устойчивость, эксперимент, нагрузки, дефекты, точка росы.

**SCIENTIFIC RESEARCH AND STABILITY
OF MULTILAYER EXTERIOR
WALLS WITH RIGID BRACES**

L.A. Sakmarova

ph.d. ped. sciences, associate professor

E.G. Gonik

ph.d. tech. science

M.A. Bakhmisova

graduate student, senior teacher

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: multilayer external walls with rigid connections are widely used in modern construction. They have a number of advantages, such as high thermal insulation, sound insulation, fire resistance and durability. However, their sustainability may be limited if the influence of various architectural and design solutions is not taken into account. This article deals with defects, condensation formation, stability and study of the external walls of a real object.

Keywords: multilayer enclosing structure, rigid connections, stability, experiment, loads, defects, dew point.

Многослойные наружные стены с жесткими связями – это современный тип ограждающей конструкции, состоящий из нескольких слоев различных материалов, крепко соединенных между собой жесткими связями. Жесткие связи выполняются из металлических элементов и обеспечивают совместную работу всех слоев стены, распределяя нагрузки и повышая прочность и устойчивость конструкции.

Развитие новых материалов и технологий также выявляют актуальность исследования. Появляются новые материалы и технологии строительства, которые могут быть использованы для создания более эффективных и надежных ограждающих конструкций [6]. Таким образом, необходимо исследовать влияние этих материалов и технологий на несущую способность и деформации многослойных конструкций, т.к. недостаточная несущая способность ограждающих конструкций может привести к аварийным ситуациям.

Основной целью работы является определение влияния внешних факторов на устойчивость наружной стены. Выполнение теоретических расчетов ограждающей конструкции, моделирование объекта в программном комплексе, выявление критических мест для выполнения экспериментальных исследований устойчивости, практическая часть исследования. В качестве практической части и эксперимента в исследовании был выполнено обследование тепловизором по утечке теплого воздуха из комнаты, примыкающей к наружной стене, теплографом и, подготовка к эксперименту объекта прибором «Терем» на нагрузки и воздействия.

Многослойные наружные стены с жесткими связями обладают рядом преимуществ, таких как высокая теплоизоляция, звукоизоляция, пожаростойкость и долговечность. Однако их устойчивость

может быть ограничена, если не учитывать влияние различных архитектурно-конструктивных решений. Как и любая конструкция, многослойные стены с жесткими связями могут иметь дефекты, которые негативно влияют на эксплуатационные характеристики. По классификации дефекты бывают разными и касаются как внутреннего слоя, так и облицовочного.

Дефектами лицевого слоя являются трещины, которые могут быть вызваны усадкой, температурными деформациями, неравномерной нагрузкой, или ошибками при кладке. Также часто встречается выкрашивание - разрушение поверхности кирпича, вызванное воздействием атмосферных факторов, использованием некачественных материалов, или нарушением технологии строительства. Наиболее распространенными дефектами, связанными с качеством материала, является отслоение, т. е. отделение облицовочного кирпича от несущего слоя, может быть вызвано недостаточной прочностью кладочного раствора, отсутствием анкеров, или коррозией металлических связей и высолы – образование белесых пятен на поверхности кирпича, вызванное вымыванием солей из раствора.

Наиболее частыми дефектами внутреннего слоя являются промерзание, когда происходит образование наледи на внутренней поверхности стены, вызвано недостаточной теплоизоляцией, переходом критически низкой температуры внутри конструкции во внутреннюю часть стены. В результате неверного положения критической температуры внутри стены, возможно образование конденсата – скопление влаги на внутренней поверхности стены, может привести к появлению плесени и грибка и соответственно, появление трещин, из-за усадки, температурных деформаций, или неравномерной нагрузки. Для определения точной температуры внутри конструкции, можно использовать приближенные методы, которые помогут оценить риск образования конденсата:

- расчет точки росы на основе данных по температуре и влажности в помещении, т. е., если точка росы находится внутри стены, вероятен конденсат;

- использование изотерм: на графиках изотерм можно найти температуру внутренней поверхности стены, при которой будет образовываться конденсат. в данном вопросе необходимо применять теплограф;

- прогнозирование и моделирование фрагментов наружной стены в программе лира-сапр;

- в настоящее время известно множество случаев появления в них таких дефектов, как трещины в лицевом слое, раздробление кирпича в уровне перекрытий и ряд других. имелись случаи обрушения лицевого слоя. в данном исследовании выполнены расчеты многослойной стены с лицевым слоем из кирпича, толщиной 640 мм, в 9-ти этажном многоквартирном жилом доме сложной конфигурации.

В работе использовались методы теоретического анализа и численного моделирования. Для расчета несущей способности и деформативности стен применялась программа расчета строительных конструкций.

В качестве рассматриваемого объекта для дальнейших исследований и экспериментов, было подобрано здание в г. Чебоксары. Наружные стены надземных этажей выполнены из кладки из крупноформатных пустотных керамических камней Римкер 2,15 НФ М150 F50 ($\gamma = 900$ кг/куб.м, $\lambda_B = 0,23$ Вт/м°C) с облицовкой лицевым керамическим пустотелым кирпичом 1НФ М150 F75 ($\gamma = 1300$ кг/куб.м, $\lambda_B = 0,58$ Вт/м°C). Общая толщина наружных стен 640мм в соответствии с [1–2].

Для исследования было смоделировано здание, сложной конфигурации, с учетом выступов наружной стены.

На рис. 1 показан один опасных участки стены, где темно-синий цвет сообщает о пониженной температуре поверхности ограждения.

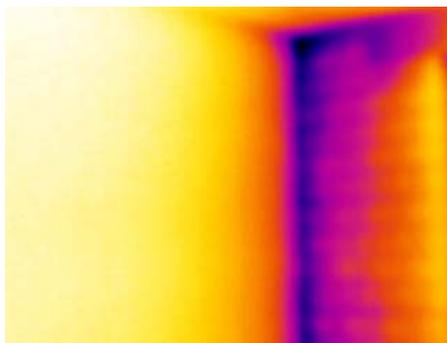


Рис. 1. Обследование комнаты тепловизором и утечка тепла (угол комнаты, граничащий с наружной стеной)

Эксперименты ранее возведенных объектов показали, что устойчивость конструкции стен теряется в зоне упругости. Что бы убедиться в этом, была запроектирована и рассчитана ограждающая конструкция здания. Исследуемое здание запроектировано в программном комплексе Autodesk Revit, выделены критические участки здания, на которые необходимо обратить внимание в дальнейших расчетах в ПК ЛИРА. Данные участки являются критическими, так как там возможно выпадение кирпичей из лицевой кирпичной кладки в связи с температурными перепадами. Также, было выполнено исследование прибором Теплограф для оценки температуры внутри стены.

На рис. 2 можно увидеть здание в программном комплексе Лира-Сапр, с постоянными, временными нагрузками и возможные изменения по направлениями осей.

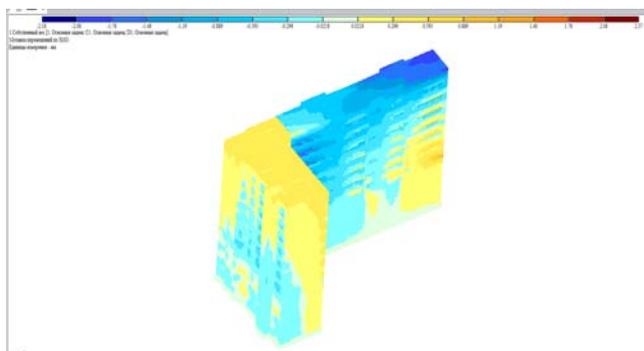


Рис. 2. Здание для исследования, собранное в программном комплексе Лира и его деформация

Изменение температуры по толщине стены определим по графику изополей и мозаики температур, построенным в ПК Лира-САПР, рис. 3, рис. 4.

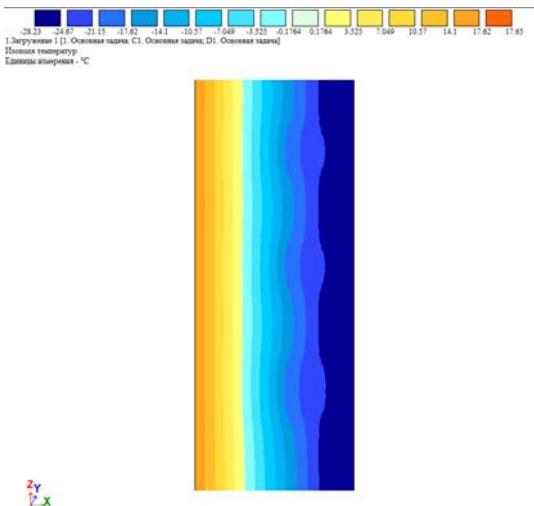


Рис. 3. Изополя температур фрагмента наружной стены

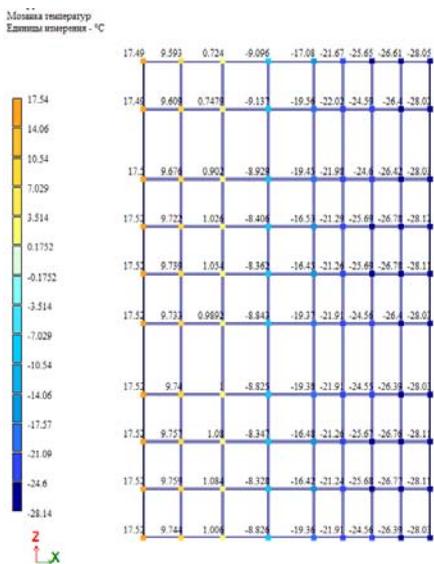


Рис. 4. Изополя температур (фрагмент)

При проектировании ограждающей конструкции, были выявлены основные технические аспекты, которые необходимо учитывать при

проектировании и строительстве многоэтажных зданий сложной конфигурации из данного типа ограждающей конструкции.

В результате проведения расчетов, практической части и эксперимента были выявлены и подтвержден ряд проблем конструкции, такие как:

- образование трещин в лицевом слое;
- деформации и разрушение кладки;
- отслоение лицевого слоя от внутренней части энергоэффективного кирпича;
- постоянный мониторинг опасных участков комнаты, для предотвращения образования плесени.

В результате анализа были разработаны данные рекомендации: в зданиях предусматривать температурный шов для исключения возможного образования трещин из-за сложной конфигурации здания. Также, в наружной стене предусмотреть перевязку лицевого слоя кирпича глухого участка стены основной кладки – жесткая. Жесткость обеспечена за счет жестких связей, которые образованы за счет расположения тычкового ряда на 4 ряда лицевой кладки, что позволяет сохранить первоначальный вид даже после довольно большого срока эксплуатации.

Многослойные стены с лицевым слоем из кирпича с жесткими связями подвергаются различным силовым и температурным воздействиям, которые могут привести к образованию трещин, деформаций и разрушению конструкции.

Поэтому, важно комплексно подходить к проектированию, строительству и эксплуатации многослойных стен с лицевым слоем из кирпича с жесткими связями. Это позволит повысить надежность, долговечность и эксплуатационные характеристики конструкции.

Практика, проведение эксперимента и расчетов многослойной стены с лицевым слоем из кирпича с жесткими связями при силовых и температурных воздействиях – это важные этапы, которые позволяют повысить надежность, долговечность и эксплуатационные характеристики конструкции.

Список литературы/ References

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.

2. СП 131.13330.2020 Строительная климатология СНиП 23-01-99* (с Изменениями №1, 2).

3. Бахмисова, М. А. Цифровизация, информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей III Всероссийской научно-практической конференции (Чебоксары, 24 марта 2022 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2022. – С. 22–30.

4. Бахмисова, М. А. Гибкие связи в многослойной ограждающей конструкции / М. А. Бахмисова, Е. Г. Гоник, Л. А. Сакмарова [и др.] // Строительство и застройка: жизненный цикл–2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2022 г.). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 30–37.

5. Ишук, М. К. Рекомендации по проектированию и расчету стен каменных зданий с учетом их совместной работы: метод. указания / М. К. Ишук, Е. В. Шенкаренко, Н. В. Шатрова. – Москва: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2018. – 48 с.

6. Богданов, В. Ф. Технико-экономическая эффективность многослойных наружных стен / В. Ф. Богданов, Д. Н. Тарасов, И. П. Федосеева [и др.] // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2016 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2016. – С. 343–348. EDN XGMEJP.

УДК 697.7

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА АО «САРАПУЛЬСКИЙ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРНЫЙ ЗАВОД»

А.М. Тазетдинова

студент

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

г. Ижевск, Россия

Аннотация: в статье рассматриваются состояние энергопотребления на предприятии и предложения по способам энергосбережения.

Ключевые слова: энергосбережение, электричество, теплоснабжение.

ENGINEERING AND TECHNICAL MEASURES AT JSC "SARAPULSKY ELECTRIC GENERATING PLANT"

А.М. Тазетдинова

студент

Udmurt State University

Izhevsk, Russia

Annotation: the article discusses the state of energy consumption at the enterprise and suggestions on ways to save energy.

Keywords: energy saving, electricity, heat supply.

Одной из главных проблем сегодня и в ближайшем будущем, несомненно, представляет обеспечение достаточного количества энергии.

Энергосбережение является одним из основных, постоянных направлений деятельности специалистов-энергетиков и технологов, способствующих снижению издержек производства и себестоимости производимых продуктов и услуг, повышению конкурентоспособности отечественных товаров [1.31].

Уровень энергоемкости российской экономики более чем в 2,5 раза превышает уровень энергоемкости экономики США и ведущих стран Евросоюза. Это свидетельствует о значительном отставании экономики России в части энергоэффективности и нерационального использования энергоресурсов практически во всех ее отраслях. Промышленность в данном контексте играет одну из значимых ролей, поскольку на нее приходится 22% от совокупного энергопотребления отечественной экономики. На практике это свидетельствует о потере колоссальных возможностей повышения конкурентоспособности российскими предприятиями, что крайне негативно отражается на конкурентоспособности отечественной продукции на внутреннем и зарубежных рынках. Единственным путем решения данной проблемы выступает системное внедрение энергосбережения в промышленности, предполагающее проведение энергоэффективной модернизации предприятий за счет внедрения взаимосвязанного комплекса методологии, методов, технологий и прикладных инструментов для повышения энергетической эффективности отечественных промышленных структур. Как показывает мировой и российский опыт, энергосбережение - высокоэффективный и относительно быстрореализуемый комплекс мер, обеспечивающий поддержание необходимого уровня конкурентоспособности и энергетической безопасности экономики. В связи с этим энергосбережение на протяжении многих десятилетий уже является важнейшим направлением энергетической политики практически во всех технологически развитых странах мира [2, 5].

В ближайшее время необходимо обеспечить освоение части ресурса энергосбережения за счет реализации малозатратных мероприятий, в первую очередь в бюджетной сфере. [4–5].

Направления энергосбережения и конкретные мероприятия по снижению энергоемкости производства должны определяться в зависимости от существующей технологии, а также от потребителей топлива и энергии на предприятии [6].

Общество с ограниченной ответственностью АО «Сарапульский Электродгенераторный Завод» находится в Удмуртской Республике г.Сарапул. Предприятие специализируется по выпуску нестандартного оборудования, пультов. Для изготовления своих изделий на предприятии используют в основном черные и цветные металлы, лаки, краски, провода и текстолит.

Для освещения помещений используют люминесцентные лампы, имеются и местные вспомогательные светоустановки в основном у механического электрооборудования и в местах предназначенных для хранения различных материалов, два сантехнических узла.

Электричество не выключается в течение всего рабочего дня за исключением обеденного перерыва. В конце рабочего дня, ответственный за электроэнергию на предприятии, отключает электричество, и остается только дежурный свет.

Теплоснабжение также осуществляется в каждом помещении в холодное время года, но дополнительно приходится включать электрообогреватели, так как происходит потеря тепла через оконные проемы.

Таблица 1

Характеристика энергопотребления на предприятии
АО «Сарапульский электродгенераторный завод»

| Виды деятельности | Виды энергии | | |
|---------------------------------|---------------|-----------------------|----------|
| | Электрическая | | Тепловая |
| | | Потребляемая мощность | |
| Производственная пайка | + | 0,18 кВт/ч | + |
| Сварка | + | 5.0–6.5 кВт/кг | + |
| Механическая обработка металлов | + | 17 кВт/ч | + |
| Вспомогательные склады | + | 0.4 кВт/ч | - |
| Персонал | + | 0.4 кВт/ч | + |

Таблица 2

Расчет экономической эффективности.
Основные предложения в энергосбережении
на АО «Сарапульский электрогенераторный завод»

| Существующее | Предложение |
|---|--|
| Токарно-винторезный станок (модель 16К20) | Токарно-винторезный станок (модель СУ-500) |
| Общее освещение кладовых люминесцентными лампами | Общее + местное освещение |
| Центральное отопление | Замена на современные обогреватели |
| Вентиляционные системы 1974 г. | Вентиляционные системы 2011 г. |
| Неэкономичное расходование электроосветительных установок (сантехнические узлы) | Уменьшение продолжительности работы источников света |
| | Обучение персонала |

Таблица 3

Сравнительная таблица потребления энергии

| Деятельность | Потребление электроэнергии | |
|---|----------------------------|--------------------------------------|
| | Существующее | Предложение |
| Токарно-винторезный станок | 30294 кВт/год | 26730 кВт/год |
| Общее освещение кладовых люминесцентными лампами | 68428,8 кВт/год | 20448,45 кВт/год (с учетом местного) |
| Вентиляционные системы | 116424 кВт/год | 62370 кВт/год |
| Неэкономичное расходование электроосветительных установок (сантехнические узлы) | 68428,8 кВт/год | 34214,4 кВт/год |

Предложения по снижению энергетических потерь при эксплуатации электроустановок.

1. Местное освещение на рабочем месте, а общее по мере необходимости.

2. Мытье окон один раз в месяц с последующим включением данной работы в обязанности вспомогательного персонала.

3. Постоянное поддержание светильников в надлежащей чистоте.

4. Ремонт и модернизация оборудования, внедрение автоматизации управления технологическими процессами или агрегатами.

Снижение механических потерь в производственном оборудовании.

1. Внедрение скоростного фрезерования, сверления и шлифования.
2. Высадка и электровысадка деталей вместо их обработки на металлорежущих станках.

3. Своевременная и качественная смазка производственных машин.

4. Замена подшипников скольжения на шариковые.

5. Исключение работы на станках тупым инструментом.

6. Использование нового оборудования.

Разработка предложений по теплоснабжению.

1. Замена старых окон на новые.

2. На месте обогревательных труб использовать более современные обогреватели.

3. Заменить старые трубы на новые (пластиковые).

4. Переход в режим теплосбережения.

Предложение по организационно-техническим мероприятиям.

Структура управления на предприятии по энергосбережению.



Рис. 1

Список литературы / References

1. Колесников, А. И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях: Учебное пособие / А. И. Колесников, М. Н. Федоров, Ю. М. Варфоломеев. – Москва: Инфра-М, 2010. – 124 с.

2. Голов, Р. С. Управление энергосбережением на промышленном предприятии : монография / под общ. ред. Р. С. Голова. – Москва: Дашков и К, 2023. – 458 с.

3. Петров, В. Г. Бытовые и промышленные отходы : учебное пособие / В. Г. Петров, Г. З. Самигуллина. – Ижевск: Бон Анца, 2016. – 72 с.

4. Стрельников, Н. А. Энергосбережение : учебник / Н. А. Стрельников. – Новосибирск: НГТУ, 2014. – 176 с.

5. Самигуллина, Г. З. Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по дисциплине: учебно-методическое пособие / Г. З. Самигуллина. – Ижевск: Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, 2014. – 72 с.

6. Самигуллина, Г. З. Экологически эффективное решение рационального использования энергоносителей на ООО «Ново энергетические услуги» / Г. З. Самигуллина, А. Ф. Шабетдинов // Вестник КИГИТ. – 2012. – №5 (23). – С. 28–33.

УДК 631.22.636.084

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ЕМКОСТИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ МОЛОКА

Н. Шайцанс

студент

ГАПОУ Чувашской Республики

«Межрегиональный центр компетенций – Чебоксарский
электромеханический колледж» Министерства
образования Чувашской Республики

г. Чебоксары, Россия

Е.В. Тимофеева

аспирант

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
аграрный университет»

г. Чебоксары, Россия

В.А. Творогов

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

Аннотация: приводятся теоретические расчеты по определению изменения температуры молока в емкости термосе в автоматизированной установке для кормления поросят при технологии сверххранного отъема.

Ключевые слова: сверххранный отъем поросят, автоматизированное устройство, «робот-свиноматка», конструктивно-технологическая схема, загрязненность молочных каналов, качество промывки.

THERMAL CALCULATION OF THE MILK STORAGE TANK

N. Shaitzans

student

State Autonomous Professional Educational Institution
of the Chuvash Republic "Interregional Competence
Center – Cheboksary Electromechanical College"
of the Ministry of Education of the Chuvash Republic
Cheboksary, Russia

E.V. Timofeeva

graduate student

Chuvash State Agrarian University

Cheboksary, Russia

V.A. Tvorogov

candidate of technical sciences, associate professor

I.N. Ulyanov Chuvash State University

Cheboksary, Russia

Annotation: theoretical calculations are presented to determine the temperature change of milk in a thermos container in an automated piglet feeding unit using the technology of early weaning.

Keywords: early weaning of piglets, automated device, "sow robot", design and technological scheme, contamination of milk channels, washing quality.

В свиноводстве, следующим этапом интенсификации, является технология сверхраннего отъема поросят. Для выращивания поросят сверхраннего отъема нами были разработаны автоматизированные установки для их кормления и содержания [1–5]. Учитывая, что кормовым материалом является в начальный период молозиво, затем молоко, заправка установки кормом осуществляется 2 раза в сутки, для его длительного хранения предлагается емкость термос. На сохранность, рост и развитие новорожденных поросят, естественно влияет микроклимат и условия их содержания [6–8, 12–13]. Примерно 60% сохранности новорожденных поросят зависит от количества и качества корма. Поэтому работа, направленная на определение изменения условий длительного хранения корма, является актуальной.

Для проверки сохранности бактериостатических свойств молока появляется необходимость определения изменения температуры одной заправки емкости термоса за 12 часов хранения.

Перенос теплоты осуществляется теплопроводностью при стационарном режиме. Для стационарного режима передачи тепла характерно что температура воздуха в помещении свинарника $t_{ж1}=+15^{\circ}\text{C}$ и молока $t_{ж2}=+10^{\circ}\text{C}$, а также стенок t_{c1} ; t_{c2} ; t_{c3} ; t_{c4} остаются постоянными во времени.

Для расчетов принимаем следующие теплопроводности стенок из справочника машиностроителя:

- наружная стенка (сталь Ст.3) $\lambda_1 = 51,5 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{К})$;
- средняя (прослойка разряженного воздуха) $\lambda_2 \approx 0,01 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{К})$;
- внутренняя (сталь 12X18Н10Т) $\lambda_3 = 25,9 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{К})$.

Параметры стенок: $d_1 = 350\text{мм}$, $d_2 = 346\text{мм}$, $d_3 = 250\text{мм}$, $d_4 = 246\text{мм}$.

Расчетная формула для определения теплового потока через многослойную цилиндрическую стенку будет иметь вид:

$$Q = \frac{\pi \cdot H \cdot (t_{ж1} - t_{ж2})}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_{n+1}}} \quad (1)$$

где, $n=3$ –число слоев стенки, шт;

α_1 – коэффициент теплоотдачи от воздуха к наружной стенке, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

α_2 – коэффициент теплоотдачи от внутренней стенки молоку, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

H – высота столба молока в емкости, м.

Расчет проведем для наименьшей порции молока, т.к. она будет нагреваться быстрее остальных. Объем наименьшей порции молока определится из следующего выражения:

$$V = q_{\text{мин}} \cdot n \cdot \tau = 15 \cdot 12 \cdot 12 = 2160 \text{ см}^3,$$

где, $q_{\text{мин}} = 15$ –наименьшая норма кормления за кормовой цикл на 1 голову, $\text{см}^3/\text{гол}$;

$n = 12$ –число поросят, гол;

$\tau = 12$ –число кормления за время хранения, час.

Высота столба молока в емкости-термосе определится из следующей зависимости:

$$H = \frac{4V}{\pi d_4^2} = \frac{4 \cdot 2160 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 246^2} = 45 \text{ мм} = 0,045 \text{ м}$$

Предварительно определим сумму:

$$\sum_{i=1}^3 \frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{d_i}{d_{i+1}} = \frac{1}{51,5} \ln \frac{350}{346} + \frac{1}{0,01} \ln \frac{346}{250} + \frac{1}{25,9} \ln \frac{250}{246} = 32,4986 \quad \text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{К})$$

Преобразуем формулу (1) подставив в него данные:

$$Q = \frac{3.14 \cdot 0.045 \cdot (15 - 10)}{\frac{1}{0.35\alpha_1} + 32.4986 + \frac{1}{0.246\alpha_2}} = \frac{0.706858}{\frac{1}{0.35\alpha_1} + 32.4986 + \frac{1}{0.246\alpha_2}}, \quad (2)$$

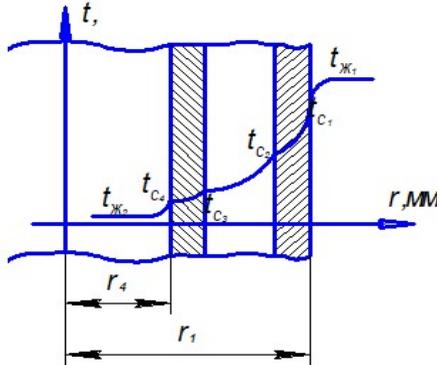


Рис. 1. К определению температуры по толщине многослойной цилиндрической стенки

Для определения недостающих в формуле (2) коэффициентов теплоотдачи воспользуемся критериальной зависимостью вида:

$$Nu = B (Gr Pr)^n, \quad (3)$$

где, $Nu = \alpha H / \lambda_{ж}$ – число Нуссельта;

$Gr = g\beta(t_c - t_{ж}) H^3 / \nu^2$ – число Грасгофа;

$Pr = \nu / \alpha$ – число Прандля;

$B = 1/T = 1/(273+t)$ – коэффициент объемного расширения, $1/K$;

$g = 9,81$ ускорение свободного падения, m/c^2 ;

ν – кинематическая вязкость жидкости, m^2/c ;

α , – коэффициент температуропроводности жидкостей, m^2/c ;

B и n – коэффициенты, в зависимости от величины произведения $Gr \cdot Pr$ определим из справочника машиностроителя.

Определив, по формуле (3) число Nu , можно найти:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{H}$$

$\bar{t} = \frac{t_c + t_{ж_2}}{2}$ – средняя температура между температурами поверхности и теплоносителя вдали от нее.

Решение таких задач находится методом последовательных приближений.

Вначале для расчета α_1 и α_2 придется задаваться температурами стенок из условия $t_{ж1} > t_{c1} > t_{c2} > t_{ж2}$, причем разность

соседних температур тем больше, чем больше термическое сопротивление между ними. Исходя из этого первоначально примем:

$$t_{c1} = 14,8^{\circ}\text{C}; t_{c2} = 10,002^{\circ}\text{C}.$$

Коэффициент теплоотдачи α_1 определим для условий естественной конвекции внутри сельскохозяйственных помещений из выражения:

$$\alpha_1 = 1,66\sqrt[3]{t_c - t_{жс}}, \quad (4)$$

$$\text{или } \alpha_1 = 1,66\sqrt[3]{t_{жс1} - t_{c1}} = 1,66\sqrt[3]{15 - 14,8} = 0,97 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

Определим коэффициент α_2 теплоотдачи от внутренней стенки к молоку.

Средняя температура:

$$\bar{t} = \frac{t_{жс2} + t_c}{2} = \frac{10 + 10,002}{2} = 10,001^{\circ}\text{C}.$$

Из справочной литературы берем теплофизические свойства молока при этой температуре:

$$\lambda = 0,4824 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К}); \nu = 2,39 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}; \text{число Pr} = 21,2$$

$$\beta = \frac{1}{T} = \frac{1}{273 + 10,001} = 3,53356 \cdot 10^{-3}.$$

Тогда безразмерное число Грасгофа будет равным:

$$Gr = \frac{g\beta(t_c - t_{жс2})H^3}{\nu^2} = \frac{9,81 \cdot 0,045^3}{(2,39 \cdot 10^{-6})^2} \beta(t_c - t_{жс2}) \approx 1,565 \cdot 10^8 \beta(t_c - t_{жс2}) = 1106.$$

Произведение: $GrPr = 1106 \cdot 21,2 = 23447$.

Определим число Нуссельта по формуле (3):

$$Nu = B(GrPr)^n = 0,54(23447)^{\frac{1}{4}} = 6,68$$

$$\alpha_2 = \frac{Nu\lambda}{H} = \frac{6,68 \cdot 0,4824}{0,045} = 71,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

Подставляя в формулу (2) найденные значения α_1 и α_2 будем иметь (Вт):

$$Q = \frac{0,706858}{\frac{1}{0,35 \cdot 0,97} + 32,4986 + \frac{1}{0,246 \cdot 71,6}} = 0,0199.$$

Зная Q, уточним значения температур поверхностей:

$$t_{c1} = t_{жс1} - \frac{Q}{\alpha_1 F_1}; \quad t_{c4} = t_{жс2} + \frac{Q}{\alpha_2 F_4},$$

где, $F_1 = \pi d_1 H = 3,14 \cdot 0,35 \cdot 0,045 = 0,04948 \text{ м}^2$;

$$F_4 = \pi d_4 H = 3,14 \cdot 0,246 \cdot 0,045 = 0,03478 \text{ м}^2.$$

Тогда $t_{c1} = 15 - \frac{0,0199}{0,97 \cdot 0,04948} = 14,58^{\circ}\text{C}$.

$$t_{c4} = 10 + \frac{0,0199}{71,6 \cdot 0,03478} = 10,008 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Сделаем пересчет для новых значений температур стенок:

$$\alpha_1 = 1,66\sqrt[3]{15 - 14,58} = 1,24 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Для $t_{ж2} = 10^\circ\text{C}$ и $t_{c4} = 10,008^\circ\text{C}$ $\bar{t} = 10,004^\circ\text{C}$

Значения λ , ν и Pr молока возьмем такими же.

Тогда число Грасгофа будет равным:

$$Gr = 1,565 \cdot 10^8 \frac{1}{283,004} \cdot 0,008 = 4424.$$

$$Gr Pr = 4424 \cdot 21,2 = 93788.$$

$$Nu = 0,54(93788)^{\frac{1}{4}} = 9,45.$$

$$\alpha_2 = \frac{9,45 \cdot 0,4824}{0,045} = 10,72 \cdot 9,45 = 101,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

$$Q = \frac{0,706858}{\frac{1}{0,35 \cdot 1,24} + 32,4986 + \frac{1}{0,246 \cdot 101,3}} = 0,0203 \text{ Вт.}$$

$$t_{c1} = 14,67^\circ\text{C}$$

$$t_{c4} = 10,0057^\circ\text{C}$$

Примем приблизительно среднее значение температуры стенок $t_{c1} = 14,6^\circ\text{C}$ и $t_{c4} = 10,006^\circ\text{C}$ и найдем соответствующие для них α_1 и α_2 .

Коэффициент теплоотдачи будет равным:

$$\alpha_1 = 1,66\sqrt[3]{15 - 14,6} = 1,22 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Определим коэффициент теплоотдачи α_2 :

$$Nu = 0,54 \cdot (7,04 \cdot 10^4)^{\frac{1}{4}} = 8,8$$

$$\alpha_2 = 10,72 \cdot 8,8 = 94,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$Q = \frac{0,706858}{\frac{1}{0,35 \cdot 1,22} + 32,4986 + \frac{1}{0,246 \cdot 94,3}} = 0,02026 \text{ Вт.}$$

$$t_{c1} = 14,66^\circ\text{C}; t_{c4} = 10,0061^\circ\text{C} \text{ – мало отличаются.}$$

Окончательно принимаем: $t_{c1} = 14,6^\circ\text{C}$; $t_{c4} = 10,006^\circ\text{C}$;

$$\alpha_1 = 1,22 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_2 = 94,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$Q = 0,02026 \text{ Вт}$$

Коэффициент теплопередачи многослойной цилиндрической стенки.

$$K = \frac{0,02026}{0,706858} = 0,0287 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Для сравнения определим α_1 и α_2 для наибольшей порции при $q = 100 \text{ см}^3/\text{гол}$.

$$V_{\text{наиб}} = q_{\text{наиб}} \cdot n \cdot \tau = 100 \cdot 12 \cdot 12 = 14400 \text{ см}^3.$$

$$H = \frac{4V}{\pi d_4^2} = \frac{4 \cdot 144 \cdot 10^5}{3,14 \cdot 246^2} = 302 \text{ мм} = 0,302 \text{ м}.$$

$$\alpha_1 = 1,66 \sqrt[3]{t_{\text{ж1}} - t_{\text{с1}}} = 1,66 \sqrt[3]{15 - 14,6} = 1,22 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

При

$$t_{\text{с4}} = 10,006^\circ\text{C}; t_{\text{ж2}} = 10^\circ\text{C}; \bar{t} = 10,003^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 0,4824 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); \nu = 2,39 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}; \text{Pr} = 21,2.$$

$$\beta = \frac{1}{273 + 10,003} = 3,53353 \cdot 10^{-3} \text{ 1}/\text{К}.$$

Число Грасгофа:

$$Gr = \frac{g\beta(t_{\text{с4}} - t_{\text{ж2}})H^3}{\nu^2} = \frac{9,81 \cdot 3,53353 \cdot 10^{-3} \cdot 0,006}{(2,39 \cdot 10^{-6})^2} 0,302^3 \approx 10^6.$$

$$Nu = 0,135 \cdot (21,2 \cdot 10^6)^{\frac{1}{3}} = 37,4.$$

$$\alpha_2 = \frac{Nu\lambda}{H} = \frac{37,4 \cdot 0,4824}{0,302} = 60 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

$$Q = \frac{\pi H(t_{\text{ж1}} - t_{\text{ж2}})}{\frac{1}{\alpha_1 \cdot 0,35} + 32,4986 + \frac{1}{\alpha_2 \cdot 0,246}} = \frac{3,14 \cdot 0,302 \cdot 5}{\frac{1}{0,35 \cdot 1,22} + 32,4986 + \frac{1}{60 \cdot 0,246}} = 0,136$$

Вт.

Тогда при $F_1 = \pi d_1 H = 3,14 \cdot 0,35 \cdot 0,302 = 0,332 \text{ м}^2.$

$$F_4 = \pi d_4 H = 3,14 \cdot 0,246 \cdot 0,302 = 0,2334 \text{ м}^2.$$

$$t_{\text{с1}} = t_{\text{ж1}} - \frac{Q}{\alpha_1 F_1} = 15 - \frac{0,136}{1,22 \cdot 0,336} = 14,66^\circ\text{C}.$$

$$t_{\text{с4}} = t_{\text{ж2}} + \frac{Q}{\alpha_2 F_2} = 10 + \frac{0,136}{60 \cdot 0,2334} = 10,0097^\circ\text{C}.$$

Ошибка

$$\delta = \frac{14,66 - 14,6}{14,6} 100\% = 0,4\% < 1\%.$$

Т. е. для наибольшей порции молока $V = 14400 \text{ см}^3$ можем принять также:

$$t_{\text{с1}} = 14,6^\circ\text{C}; t_{\text{с4}} = 10,006^\circ\text{C}; \alpha_1 = 1,22 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_2 = 60 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$k \approx 0,0287 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); Q = 0,136 \text{ Вт}.$$

Расчеты показывают, что изменения температуры молока в емкости термосе за 12 часов его хранения составляют менее одного градуса, что не влияет на качественные показатели. Во избежание заболевания поросят раннего отъема при их искусственном корм-

лении нужно перед заправкой промыть емкость термос и заправлять качественным кормовым материалом, который прошел термообработку и охлажден до 10 °С. [9–11].

Список литературы / References

1. Обухан, Г. М. Авторское свидетельство № 1777738 СССР, МПК А01К 5/00, А01К 9/00. Устройство для кормления животных: №4826831: заявл. 21.05.1990: опубл. 30.11.1992 / Г. М. Обухан, В. А. Творогов. EDN JPZRBD.
2. Творогов, В. А. Патент №2589795 С2 Российская Федерация, МПК А01К 5/02. Автоматизированное устройство для кормления животных: №2013121538/13: заявл. 07.05.2013: опубл. 10.07.2016 / В. А. Творогов, Е. В. Творогова, Р. Г. Остряков [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА). EDN MJFCHC.
3. Творогова, Е. В. Исследования по обоснованию конструктивно-технологической схемы и оптимизация параметров распределителя корма в установке для кормления поросят / Е. В. Творогова, Р. Г. Остряков, В. А. Творогов // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – №4-2 (80). – С. 208–212. EDN RSCCJL.
4. Творогов, В. А. Обоснование режимных параметров подогрева корма в устройстве для кормления поросят / В. А. Творогов, Е. В. Творогова, О. Г. Карсаков // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. – 2013. – №4-2(80). – С. 204–207. EDN RSCCJB.
5. Творогов, В. А. Энерго-материалосберегающая конструктивно-технологическая схема автоматизированной установки для кормления поросят сверххранного отъема / В. А. Творогов, Е. В. Тимофеева // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 ноября 2023 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 678–683. EDN RERRXG.
6. Творогов, В. А. Разработка энергоэффективного станка для выращивания поросят сверххранного отъема / В. А. Творогов, И. С. Черняева, Е. В. Тимофеева // Теоретические и практические аспекты инновационных достижений в зоотехнии и ветеринарной медицине: материалы Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 31 мая 2023 г.) / Чувашский государственный аграрный университет. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 468–472. EDN UFHVVQ.
7. Творогов, В. А. К вопросу обоснования основных параметров озонатора в системах для создания микроклимата на фермах / В. А. Творогов // Строительство и застройка: жизненный цикл–2022: материалы VI Международной (XII Всероссийской) конференции (Чебоксары, 23–24 ноября 2022 г.). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 274–278. EDN BWJYWE.

8. Васильева, В. В. Улучшение микроклимата на фермах / В. В. Васильева, А. Р. Котылева, В. А. Творогов // Инновационные технологии в инженерных системах: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова (Чебоксары, 28 апреля 2022 г.). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 59-64. EDN NZKEDD.

9. Творогов, В. А. Разработка и исследования технологической линии мойки молочных каналов в автоматизированной установке для кормления поросят / В. А. Творогов, Е. В. Тимофеева // Инновации в образовательном процессе: сборник трудов Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 15 апреля 2022 г.). Вып. 20. – Чебоксары: Чебоксарский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», 2022. – С. 106–112. EDN ITNPJU.

10. Творогов, В. А. Результаты экспериментальных исследований по мойке молочных каналов в автоматизированной установке для кормления поросят / В. А. Творогов, Е. В. Тимофеева, О. Г. Карсаков // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930–2015 гг.) (Чебоксары, 16 ноября 2020 г.). – в 2-х ч. Ч. 2. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 328–334. EDN NKFFWD.

11. Творогов, В. А. Теоретические предпосылки по обоснованию режимных параметров промывки молочных каналов в автоматизированной установке для кормления поросят / В. А. Творогов, Е. В. Тимофеева, О. Г. Карсаков // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930–2015 гг.) (Чебоксары, 16 ноября 2020 г.). в 2-х ч. Ч. 2. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 323–328. EDN OSLPSS.

12. Русинова, Н. Г. Вопросы надежности систем создания микроклимата / Н. Г. Русинова, Н. А. Федоров // Строительство и застройка: жизненный цикл–2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 г.). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 304–310. EDN UDZVOH.

13. Rusinova N. G. The Issues of Reliability of Microclimate Creation Systems / N. G. Rusinova, N. A. Fedorov // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 197. – P. 247–253. DOI 10.1007/978-981-16-6593-6_26. EDN LCRNMN

СЕКЦИЯ 5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 681.12

СПОСОБЫ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

А.Г. Николаева

студент

Н.С. Горбунов

студент

А.А. Абрамова

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический
университет им. М.Т. Калашникова»
г. Ижевск, Россия

Аннотация: в статье приведено описание систем водоподготовки в производственно-отопительных котельных. Из-за строгих стандартов качества воды, необходимой для производства, обработка воды становится неотъемлемой частью основных производственных процессов на объектах теплоэнергетики.

Ключевые слова: водоподготовка, умягчение воды, коагуляция, флокуляция, ионный обмен, обратный осмос.

METHODS OF WATER TREATMENT IN INDUSTRIAL HEATING BOILERS

A.G. Nikolaeva

student

N.S. Gorbunov

student

A.A. Abramova

candidate of technical sciences, associate professor

M.T. Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Izhevsk, Russia

Annotation: the article describes the water treatment systems in industrial heating boilers. Due to strict water quality standards required for production, water treatment becomes an integral part of the main production processes at thermal power facilities.

Keywords: water treatment, water softening, coagulation, flocculation, ion exchange, reverse osmosis.

Вода, находящаяся в котельных, используемых для обеспечения тепла жилых и промышленных зданий, постоянно контактирует с трубопроводами тепловых систем и нагревательным оборудованием, оказывая прямое воздействие на их состояние и работоспособность. Обычно вода для котельной берется из ближайшего природного или искусственного источника, либо через скважину. Реки, водохранилища, пруды и озера часто содержат различные органические вещества и примеси, такие как марганец и другие металлы, а также смолы.

Грунтовые скважины могут содержать различные материалы, такие как глина, ил и песок, а в артезианских источниках также могут присутствовать фрагменты горных пород, металлы, их соли и минералы, что может негативно повлиять на состояние трубопроводов и оборудования для нагрева. Поэтому важную роль в обслуживании играет система водоподготовки для котельной, которая помогает решать проблемы, такие как защита труб от различных отложений и налета, обусловленных механическими включениями, такими как песок, соли минералов, фрагменты глины и ила, органические вещества и продукты окисления металлов.

На внутренних стенах трубопровода образуется отложение, которое уменьшает диаметр и увеличивает давление в системе, вызывая засоры, перегревы, потенциально приводя к трещинам и снижению производительности. Предотвращение образования накипи важно из-за наличия в жесткой воде солей магния и кальция, которые образуют каменный налет, увеличивающий энергопотребление и риск перегрева оборудования, а также возможность взрывов котлов.

Коррозия возникает из-за воздействия различных агрессивных веществ, таких как уголекислота, кислоты, хлориды, кислород, щелочи, сульфиты, и микроорганизмы. Эти вещества разрушают защитный оксидный слой на поверхности металла, что приводит к появлению ржавчины. Коррозия негативно влияет на сталь и медь, из которых обычно изготавливаются трубы и емкости, используемые в котельных. Эти материалы постепенно разрушаются, деформируются и истончаются из-за коррозии, что приводит к быстрому износу магистральных сетей и оборудования. Современные методы водоподготовки предлагают широкий выбор технологий, каждая из которых имеет свои преимущества и характеристики.

- механическая очистка воды (осаждение, фильтрация);
- химическая обработка воды (коагуляция, флокуляция);
- умягчение (ионный обмен, обратный осмос);
- очистка воды без использования реагентов.

При процессе осаждения все твердые частицы, находящиеся в воде, оседают на поверхности фильтрующего устройства и в его объеме. Этот процесс возможен благодаря добавлению в воду специальных химических веществ. Данный метод эффективен для удаления коллоидных и взвешенных частиц. Фильтрация помогает задерживать песок, мелкие частицы и другие примеси.

Для очистки воды в котельной применяются специальные химические реагенты, которые иницируют нужные химические реакции. Этот процесс не только улучшает качество воды, но также выполняет ряд дополнительных функций, таких как очистка стенок котлов и другого оборудования, предотвращение засорения насосов, удаление налета и загрязнений в трубах, компрессорах и других элементах системы, а также защита от коррозии. Важно отметить, что при этом материалы не подвергаются повреждениям благодаря тщательному подбору реагентов.

Установка для умягчения воды снижает жёсткость путем использования химических реагентов, которые либо растворяют соли магния и кальция, либо осаждают их, например, образуя гидроксид кальция. Последующий осадок удаляется с помощью механического фильтра тонкой очистки. Кроме того, для умягчения воды могут применяться такие реагенты, как фосфат натрия, известь и кальцинированная сода. Существуют также каталитические загрузки для фильтров, такие как сульфоуголь и пиролюзит, которые поглощают соли жесткости и предотвращают образование не растворимых соединений, обеспечивая тем самым умягчение воды.

Флокуляция – процесс, при котором реагенты-флокулянты объединяют мельчайшие частицы воды в более крупные образования, называемые флокулами, которые осаждаются быстрее. Для эффективной флокуляции часто используются реагенты, такие как силикат натрия и различные полиакрилаты. Для автоматического дозирования реагентов в химводоподготовке котельной часто используется модуль дозации химикатов, он обеспечивает своевременный впрыск реагентов, их равномерное распределение в очищаемой воде [1].

Помимо применения химических реагентов, существуют и другие методы смягчения воды в котельной. Один из таких методов – ионный обмен, который осуществляется с помощью специальных установок, состоящих из нескольких модулей. Основной компонент таких установок – ионообменная гранулированная смола, содержащая ионы натрия и водорода, которые замещают и вытесняют другие ионы, такие как металлы, соли магния и кальция, цианистые соединения и другие вредные вещества, присутствующие в

воде. Дополнительно, ионнообменные системы смягчения воды включают резервуары с регенерированными солевыми растворами.

Ионообменные технологии используются для восстановления ионов Na в воде, а также для регенерации загрязнений. Принципиальные недостатки ионообменной технологии очистки воды: большой расход реагентов, воды для отмывки ионита от остатков регенерационного раствора и большое количество сточных вод, качество которых не соответствует требованиям нормативных документов [2].

Обратный осмос – это метод умягчения воды для котельной, основанный на использовании мембраны с мелкопористой и полупроницаемой структурой. При давлении вода проникает через мембрану, задерживая практически все загрязнения, включая вирусы, бактерии и грибки, и пропускает только молекулы воды. Данный метод имеет высокоэффективную очистку, но чтобы избежать быстрого засорения и повреждения мембраны необходимо провести предварительную обработку исходной воды, такую как химическая подготовка для удаления коллоидных частиц и механическая фильтрация для устранения крупных примесей, чтобы избежать быстрого засорения и повреждения мембраны. Такой метод может использоваться для получения технической воды, близкой к дистиллированной.

Для получения технической воды используются и другие способы, например, флотация. Она основана на различиях удельных массах частиц, где воздушный поток вспенивает примеси в воде, образуя пену, которая затем удаляется, сгущается и фильтруется, оставляя чистую техническую воду для использования в системе.

Правильная подготовка воды для котельной позволяет обеспечить надлежащее функционирование системы и решить множество задач: защитить дорогостоящее оборудование от перегревов, износа и поломок; привести воду в соответствие с нормами по содержанию химических элементов; снизить энергопотребление и экономить средства; обеспечить бесперебойную работу оборудования; продлить срок службы трубопроводов, деталей и котлов; улучшить качество пара и воды для технологических целей; сократить расходы на обслуживающие сети; повысить коэффициент полезного действия системы.

Список литературы/ References

1. Водоподготовка для котельных. URL: <https://wt-filter.ru/blog/vodopodgotovka-dlya-kotelnykh/> (дата обращения: 10.04.2024).

2. Федосеев, Б. С. Современное состояние водоподготовительных установок и водно-химических режимов ТЭС / Б. С. Федосеев // Теплоэнергетика. – 2005. – №7. – С. 2–9.

3. Умягчение воды или станция очистки воды от солей жесткости. URL: <https://aquagroup-msk.ru/umyagcheniye-vody> (дата обращения: 19.02.2023).

УДК 691

**РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ
ПО УМЕНЬШЕНИЮ ОБЪЕМА РТУТЬСОДЕРЖАЩИХ
ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ ДЕТСКОГО САДА 255**

М.Э. Пиминова

студент

Я.К. Voxmina

студент

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
г. Ижевск, Россия

Аннотация: в исследовании показано безопасный способ замены ртутьсодержащих ламп в детском дошкольном учреждении на безопасные люминесцентные лампы. Приведены экономические расчеты их замены.

Ключевые слова: энергосбережение, ртуть, ртутные лампы, освещение, светодиодные лампы, энергопотребление, экономический расчет.

**DEVELOPMENT OF PROPOSALS TO REDUCE
THE VOLUME OF MERCURY-CONTAINING WASTE
ON THE EXAMPLE OF A KINDERGARTEN 255**

M.E. Pimenova

student

J.K. Vokhmina

student

Udmurt State University
Izhevsk, Russia

Annotation: the study shows a safe way of replacing mercury-containing lamps in a preschool with safe fluorescent lamps. Economic calculations.

Keywords: energy saving, mercury, mercury lamps, lighting, LED lamps, energy consumption, economic calculation.

Проблема энергосбережения в настоящее время принимает всё большую актуальность. Значительная часть электроэнергии, потребляемая предприятиями и организациями, расходуется на освещение производственных помещений и уличное освещение.

Сегодня повышение энергетической эффективности – одна из важнейших задач, сформулированных руководством страны для

организаций и предприятий Российской Федерации, прежде всего перед бюджетным сектором., в нашем случае это детское дошкольное образовательное учреждение №255 г Ижевска.

На баланс детского сада числятся ртутные лампы. Администрация вышла с предложением перед нашим университетом чтобы студент-практиканты смогли рассчитать экономическую эффективность замены ртутных ламп, так как ртутьсодержащие лампы представляют угрозу для детей дошкольного возраста. Пришедшие в негодность ртутьсодержащие люминесцентные лампы относятся к отходам первого класса опасности [3].

Из физико-химических свойств ртути следует отметить испаряемость даже при обыкновенной температуре. Пары тяжелее воздуха в 7 раз, не имеют запаха и вкуса. Они могут быть обнаружены только химическим путем. Также они удельно тяжелые и накапливаются в нижних слоях воздуха, главным образом вблизи самого металла. Они и являются главным источником отравления, поступая в организм даже в небольшом количестве [1–2, 5].

Сравнительная характеристика ламп: нами был рассмотрен один из способов замены люминесцентных ламп на светодиодные, так как они безопасны, в них отсутствуют инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, мерцание, тяжелые металлы и ртуть. Для светодиодных ламп характерен более долгий срок службы и низкое энергопотребление, также они устойчивы к перепадам напряжения.

Ниже представлена таблица 1, где сравнивается два типа ламп. Изучив некоторые параметры, можно сказать, что светодиодные лампы работают в 5 раз дольше, не содержат ртути, не требуют особых мер по утилизации и могут использоваться в любых помещениях. Также частое включение и выключения питания не влияет на их срок службы.

Таблица 1

Сравнительная характеристика ламп

| Характеристики | Светодиодная лампа | Люминесцентная лампа |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
| Потребляемая мощность | 26 W | 36 W |
| Световой поток | 2600Lm | 2500 Lm |
| Рабочая температура | 70°C | 55°C |
| Срок службы | До 50 000 часов | До 10 000 часов |
| Экологичность | да | Содержит ртуть |
| Необходимость утилизации | Не требует особых мер утилизации | Требует специальных мер утилизации |

Окончание таблицы 1

| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
|---|--------------------------|---------------------------------------|
| Использование во влажных и пыльных помещениях | Возможно | Нежелательно, сокращается срок службы |
| Задержка включения | Нет | Да |
| Частое включение и отключение питания | Не влияет на срок службы | Сокращает срок службы |
| Мерцание | Нет | Возможно |
| Виброустойчивость | Да | Нет |
| Техническое обслуживание | Редко | Умеренно |

Тщательно изучив сравнительные характеристики, произведен экономический расчет эффективности замены люминесцентных ламп на светодиодные, данные расчета представлены в таблице 2.

Были вычислены период эксплуатации, количество энергии, потребляемой за расчетный период, затраты на покупку ламп, затраты на оплату электроэнергии и полные экономические затраты.

Но, в связи с тем, что срок эксплуатации светодиодных ламп 50000 часов, а срок эксплуатации люминесцентных ламп 10000 часов. Хотя срок окупаемость светодиодных ламп и произойдет через 6 лет необходимо учитывать экологически и санитарно-гигиеническую безопасность эксплуатации люминесцентных ламп для детей дошкольного возраста, что находится в основном приоритете для всех.

Таблица 2

Расчет экономической эффективности замены люминесцентных ламп на светодиодные

| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
|-----------------------------------|--|--|
| | Лампа светодиодная LED T8 G13 Размер: 1200мм Мощность: 26 Вт Освещенность: 2600Лм | Люминесцентная лампа T8 G13 Размер: 1200 мм Мощность: 36 Вт Освещенность: 2500 Лм |
| Количество штук | 239 | 248 |
| Потребляемая мощность одной лампы | 26 Вт | 39 Вт = 36 Вт + 3 Вт (потери на дроссель, стартер) |
| Количество часов работы в сутки | 5 часов | 5 часов |
| Период эксплуатации (расчетный) | 205 дней = 1025 часов | 205 дней = 1025 часов |
| Срок эксплуатации | 50 000 часов | 10 000 часов |

Окончание таблицы 2

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|---|
| Стоимость лампы | 350,00 руб. | 98,00 руб. |
| Стоимость 1 кВт·ч | 2,41 руб. | 2,41 руб. |
| Количество энергии, потребляемой за расчетный период | 6 369кВт·ч | 9913кВт·ч |
| Затраты на покупку ламп | 239 шт * 350,00 руб. = 83 650,00 руб. | 248 шт * 98,00 руб. = 24 304,00 руб. |
| Затраты на утилизацию | нет | Утилизация 1 лампы – 12 руб. 12 * 248 = 2976,00 руб. |
| Затраты на оплату электроэнергии | 2,41 руб. * 6 369 кВт·ч = 15 349,29 руб. | 2,41 руб. * 9913 кВт·ч = 23 890,33 руб. |
| Общие затраты | 83 650,00 руб. + 15 349,29 руб. = 98 999,29 руб. | 24 304,00 руб. + 2976,00 руб. + 23 890,33 руб. = 51 170,33 руб. |

Выводы

Проведен расчет платы эффективности замены люминесцентных ламп на светодиодные. Размер платы за замену люминесцентных ламп на светодиодные составит 71312,44 рублей.

Таким образом, экономические исследования при расчете эффективности замены ламп, выявили эффективную в финансовом отношении, а также в экологическом отношении – альтернативу люминесцентным лампам – светодиодные лампы.

Список литературы / References

1. Ананьева, Г. С. WASMA–2005: управление отходами / Г. С. Ананьева, Н. А. Пиляев // Безопасность труда в промышленности. – 2006. – №3. – С. 15–16.
2. Вигдорович, В. И. Теоретические основы, техника и технология обезвреживания, переработки и утилизации отходов : учеб. пособие для техн. и клас. ун-тов / В. И. Вигдорович, Н. В. Шель, И. В. Зарапина; науч. ред. С. А. Нагорнов. – Москва: КАРТЭК, 2008. – 214 с. С. 214–215.
3. Самигуллина, Г. З. Химия окружающей среды: учебно-методическое пособие / Г. З. Самигуллина, П. В. Назаров. – Ижевск: Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, 2014. – 158 с.
4. Самигуллина, Г. З. Экологически эффективное решение рационального использования энергоносителей на ООО «Ново энергетические услуги» / Г. З. Самигуллина, А. Ф. Шабетдинов // Вестник КИГИТ. – 2012. – №5 (23). – С. 28–33.
5. Самигуллина, Г. З. Источники загрязнения среды обитания: учебное пособие / Г. З. Самигуллина. – Ижевск: ЧОУ ВО «Восточно-Европейский институт», 2017. – 224 с

УДК 628.12

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ПЕРВОГО ПОДЪЕМА

М.В. Пушкин

студент

К.Ф. Валиев

студент

Е.М. Микрюкова

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический
университет имени М.Т. Калашникова»
г. Ижевск, Россия

Аннотация: в статье представлены особенности проектирования насосной станции первого подъема. Как известно, для системы водоснабжения можно использовать различные источники, например, грунтовые и артезианские воды, озера, поверхностные воды рек, водохранилища и каналы. В редких случаях для системы водоснабжения может использоваться морская вода. Для каждого перечисленного варианта сооружения насосной станции комплектация будет составляться индивидуально, а главным определяющим фактором будет вид и особенности источника.

Ключевые слова: насосная станция, насос, береговой водозабор, словесный водозабор, совмещенного типа, раздельного типа.

DESIGN FEATURES OF THE PUMPING STATION OF THE FIRST LIFT

M.V. Pushin

student

K.F. Valiev

student

E.M. Mikryukova

senior lecturer

Kalashnikov Izhevsk State Technical University
Izhevsk, Russia

Annotation: the article presents the design features of the pumping station of the first lift. As is known, various sources can be used for the water supply system, for example, groundwater and artesian waters, lakes, surface waters of rivers, reservoirs and canals. In rare cases, sea-water can be used for the water supply system. For each of the listed options for the construction of a pumping station, the configuration will be compiled individually, and the main determining factor will be the type and characteristics of the source.

Keywords: pumping station, pump, coastal intake, channel intake, combined type, separate type.

Водозаборным является сооружение, через которое вода поступает из водоисточника в насосную станцию. Это сооружение должно обеспечивать надежный забор воды требуемого качества из источника с графиком водоподдачи насосной станции, не допускать попадания в станцию плавающих мусора и водорослей, наносов, льда, шуги, рыбы. Конструкция и оборудование сооружения должны обеспечивать не только его надежную и удобную эксплуатацию, но и возможность проведения осмотров, ремонтов.

Также водозаборное сооружение не должно препятствовать рыбозаведению, судоходству, лесосплаву. Влияние сооружения на гидравлический режим водоисточника должно быть минимальным. В зависимости от назначения насосной станции различают следующие водозаборные сооружения: для оросительной насосной станции; для осушительной насосной станции; особенность этого типа сооружений – наличие в них самотечного сброса, позволяющего в периоды более высоких уровней воды в осушительной сети, чем в водоприемнике (реке, водохранилище), осуществлять самотечный сброс воды, минуя насосы; для хозяйственно-питьевого или промышленного водоснабжения; отличительная черта этих сооружений – наличие в них мелкоячеистых сеток для более качественной очистки воды от мелкого мусора. В зависимости от вида соединения со зданием насосной станции различают водозаборные сооружения, совмещенные со зданием станции, и отдельного типа, то есть, когда они расположены отдельно от здания станции и соединены с ним водоподводящим сооружением [8].

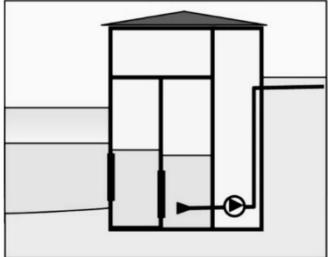
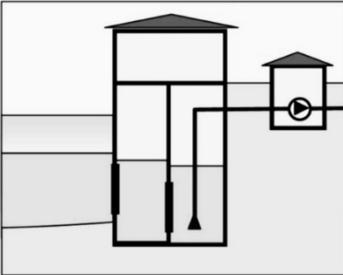
По расположению водоисточника водозаборные сооружения различают на русловые, располагаемые в русле реки или в водохра-

нилище, и береговые, располагаемые на берегу или врезанные в берег. Это в большей степени зависит от формы русла, которое в плане обычно имеет криволинейную, извилистую форму. Извилины образуются под влиянием размывающего действия потока. При размыве одного берега и дна частицы грунта переносятся водным потоком и осаждаются у противоположного берега и у перекатов. У размываемого берега образуется углубленный участок реки – плёс. В равнинной реке плёсы обычно чередуются с перекатами. Плёсы находятся у вогнутых берегов, а у выпуклых берегов – отмели. Интенсивность размыва грунта зависит от свойств грунта, скорости течения. В паводки берега размываются наиболее интенсивно, а продукты размыва отлагаются на перекатах. При спадах воды перекаты размываются и продукты размыва отлагаются у выпуклых берегов, образуя отмели. В поперечном сечении русла реки могут быть одноярусные и двухъярусные, при этом второй ярус – пойма заливается водой лишь во время паводков и весенних половодий. Берега рек могут быть пологими, крутыми, обрывистыми. Тип водозаборных сооружений выбирают с учетом формы русла и крутизны берега [6–7].

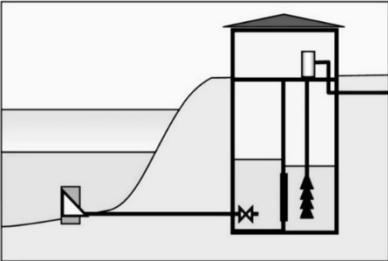
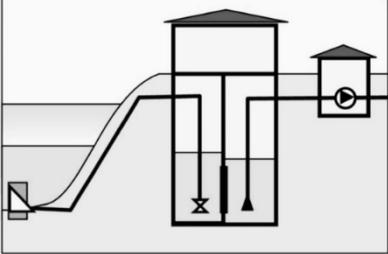
В таблице 1 приводится подробная классификация типов водозаборных сооружений для насосной станции первого подъема.

Таблица 1

Классификация водозаборных сооружений

| Вид | Тип | Схема | Характеристика |
|----------------------------|-------------|---|---|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> |
| Береговая насосная станция | Совмещенная |  | <p>Устанавливается в случаях, когда у берега реки имеются приемлемые условия для обеспечения забора воды, изменения уровня воды не более 5–8 метров</p> |
| | Раздельная |  | <p>Используется в случае широкой затопляемой поймы. Водозаборное сооружение будет находиться непосредственно у уреза максимально допустимого горизонта воды, а само сооружение располагается возле береговой террасы, изменения уровня воды в пределах 2–4 метров</p> |

Окончание таблицы 1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--|---|---|
| <p>Насосная станция руслового типа</p> | <p>Совмещенная с водоприемно-сеточной камерой и разделным русловым водозабором</p> |  | <p>Используется, если колебания горизонта воды достигает 12–20 метров. Сооружение выносится на середину русла реки</p> |
| | <p>Раздельная</p> |  | <p>Используется, если колебания горизонта воды от 2 до 4 метров. Сооружение обычно располагается вблизи уреза максимального горизонта воды, а водоприемно-сеточный колодец – вблизи уреза минимального горизонта воды</p> |

Правильное решение вопроса о выборе водозаборных сооружений для каждого данного объекта требует тщательного изучения и анализа водных ресурсов района, в котором расположен объект. Рассмотрим достоинства и недостатки, которые характерны для каждого типа водозабора, представленные в таблице 2.

Таблица 2
Достоинства и недостатки водозаборных сооружений

| Вид | Тип | Достоинства | Недостатки |
|----------------------------|-------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Береговая насосная станция | Совмещенная | 1) имеет удобный гидравлический режим; 2) насосы устанавливаются под заливом; 3) всасывающие трубопроводы имеют наименьшую протяженность; 3) возможность применения совмещенных береговых водозаборов не ограничивается амплитудой колебаний уровней воды в реке и производительностью водозабора; 4) прием воды и ее предварительная механическая очистка реализуются в береговом колодце; 5) позволяет вести забор воды из различных слоев водного потока и обеспечивает отбор воды лучшего качества; 6) водоприемные отверстия постоянно доступны для обслуживания, поэтому береговые водоприемники обеспечивают самую высокую надежность подачи воды | 1) не подходит для больших глубин реки; 2) не подходит для сложных шуголедовых условий |

Окончание таблицы 2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------|--|--|--|
| | Раздельная | <p>1) водоприемные отверстия постоянно доступны для обслуживания и оборудуются съёмными сороудерживающими решетками, установленными в пазах с наружной стороны и затворами с внутренней стороны;</p> <p>2) раздельная компоновка берегового водозабора помогает предупредить затопление станции и уменьшает размеры берегового колодца</p> | <p>1) насосы располагаются не под заливом и происходит разобщение по обслуживанию персоналом водозабора и насосной станции;</p> <p>2) длинные всасывающие линии;</p> <p>3) большие потери напора;</p> <p>4) станция должна располагаться как можно ближе к береговому колодцу, и за пределами линии возможного обрушения береговой зоны грунта</p> |
| Насосная станция руслового типа | Совмещенная с водоприемно-сеточной камерой и раздельным русловым водозабором | <p>1) применяется при большой глубине берегового колодца;</p> <p>2) может выдержать значительную амплитуду колебаний от (6–14 м);</p> <p>3) применяется в случае состава нескальных пород в береге и дне реки</p> | <p>1) обеспечивает лишь II и III степень надежности отбора воды.</p> |
| | Раздельная | <p>1) применяется в случаях, когда несущая способность береговых грунтов – слабая (супеси, суглинки, пески)</p> | <p>1) обеспечивает лишь II и III степень надежности отбора воды;</p> <p>2) высокие расходы на строительство и эксплуатацию;</p> <p>3) большая длина всасывающих труб;</p> <p>4) усложненная эксплуатация</p> |

Основным элементом водозаборных сооружений являются насосные установки. Правильно подобранные насосы могут обеспечить бесперебойную подачу воды и экономию денежных средств во время эксплуатации. На рисунке 1 рассмотрим классификацию насосных установок по способу управления.

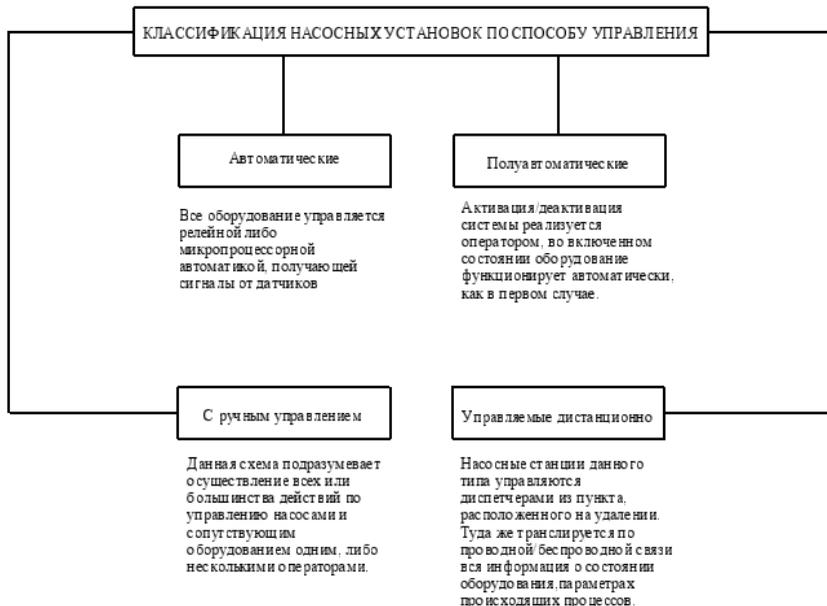


Рис. 1. Классификация насосных установок по способу управления

Современные системы водоснабжения имеют разветвленную сеть и большое количество сооружений, расположенных на огромных территориях. Контроль за состоянием технологического оборудования и ручное управление механизмами не могут обеспечить достаточной экономичности установок и надежности снабжения водой потребителей. Опыт эксплуатации показал, что диспетчеризация водопроводных сооружений повышает их производительность, обеспечивает высокую надежность водоснабжения и значительно сокращает обслуживающий персонал.

Следующим основным этапом является подбор насосного оборудования. Выбор насосов считается одним из самых сложных и

ответственных этапов. Рассмотрим классификацию насосов, которая представлена на рисунке 2.

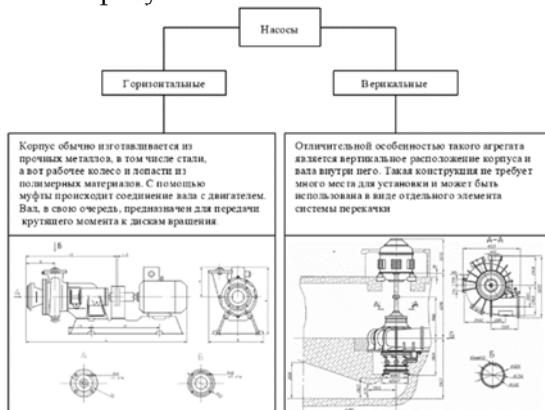


Рис. 2. Классификация насосов

К современному оборудованию на сегодняшний день предъявляются все более высокие и технически сложные требования [4–5]. В таблице 3 представлены достоинства и недостатки насосов для их окончательного выбора.

Таблица 3

Достоинства и недостатки насосов

| Тип | Достоинства | Недостатки |
|----------------|---|---|
| Горизонтальный | <ol style="list-style-type: none"> 1) высокая надёжность; 2) минимизация риска перепадов давления жидкости в системе; 3) простота конструкции; 4) ремонтпригодность; 5) низкий уровень шума; 6) нет необходимости проводить сложное регулярное техническое обслуживание | <ol style="list-style-type: none"> 1) высокая стоимость; 2) снижение эффективности при перекачке сильно загрязнённых или вязких жидкостей; 3) при перекачке небольшого количества воды, конструкция не сможет обеспечить серьезного напора |
| Вертикальный | <ol style="list-style-type: none"> 1) сравнительно малые габариты; 2) простота эксплуатации; 3) высокая производительность; 4) низкий уровень шума | <ol style="list-style-type: none"> 1) усложненная конструкция из-за увеличенной нагрузки на ось; 2) радиально-упорные подшипники требуют особого подхода к смазке |

Под водоснабжением понимается комплекс инженерных сооружений, предназначенный для забора воды из источника, ее обработки и транспортировки потребителям в достаточном количестве и под необходимым напором. Одним из основных требований является подать воду такого качества, которое в наибольшей степени отвечает нуждам потребителей [1]. Для выполнения данной задачи служат следующие сооружения: водозаборные сооружения, насосные станции, сооружения для очистки воды, водоводы и водопроводные сети, башни и резервуары. В централизованных системах водоснабжения транспортировка воды потребителям имеет огромное значение в зависимости от грамотного выбора материала, прокладываемых коммуникаций [2–3]. На рисунке 3 представлена характеристика различных видов материалов, применяемых при транспортировке воды потребителям.

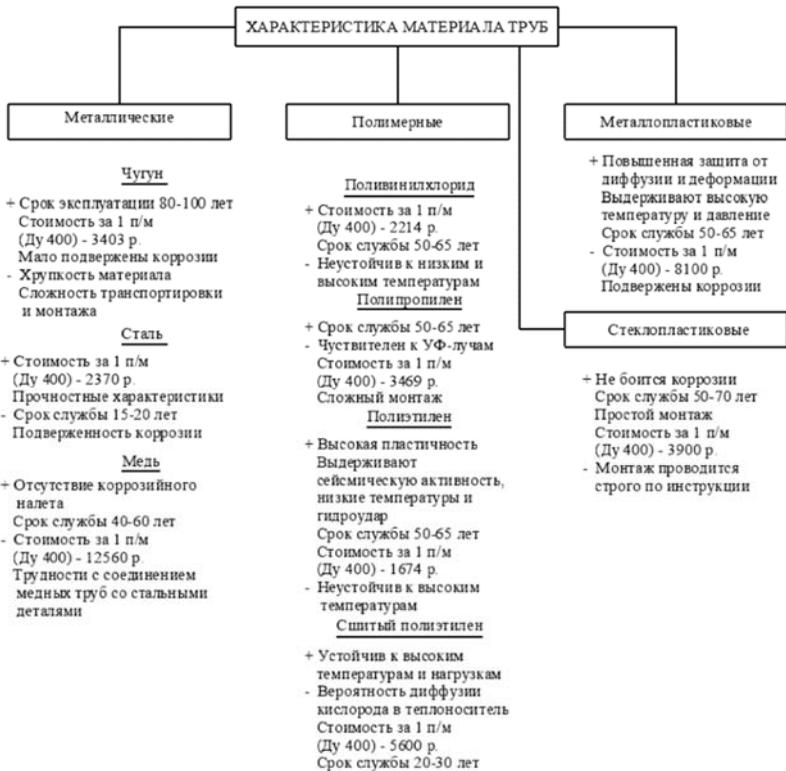


Рис. 3. Характеристика материала труб

Резюмируя все вышесказанное, можно сделать вывод, что существует множество нюансов при проектировании насосных станций. Если относиться к подбору каждого элемента с умом и учитывать все условия, то получится минимизировать риски и затраты на дальнейшее обслуживание.

Список литературы/ References

1. СП 31.13330.2021 «СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».
2. Гарифьянова, Л. А. Сравнение различных материалов труб для наружных систем водоснабжения / Л. А. Гарифьянова, Е. М. Микрюкова // Выставка инноваций–2022 (весенняя сессия): сборник материалов XXXIII Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов. – Ижевск, 2022. – С. 97–106.
3. Николаев, И. А. Исследование различных материалов труб для канализационной сети города / И. А. Николаев, Е. М. Микрюкова // Инновационные технологии в системах водоснабжения и водоотведения: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. Чебоксары: ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет И.Н. Ульянова», 2019. – С. 83–89.
4. Микрюкова, Е. М. Подбор наиболее оптимального насосного оборудования КНС для решения проблемы ливневой канализации Первомайского района г. Ижевска / Е. М. Микрюкова, О. В. Соковнина // Интеллектуальные системы в производстве. – 2018. – Т. 16. № 3. – С. 22–27.
5. Росляков, Е. М. Насосы. Вентиляторы. Кондиционеры. Справочник / Е. М. Росляков, Н. В. Золотухин [и др.]; под ред. Е. М. Рослякова. – Санкт-Петербург: Политехника, 2006. – 828 с.
6. Соковнина, О. В. Разработка конструкции водоприемного оголовка на основе существующих типов оголовка / О. В. Соковнина, Е. М. Микрюкова // Magyar Tudományos Journal. – 2020. – №40 (40). – С. 74–78.
7. Соковнина, О. В. Разработка технологической схемы водоразборного сооружения для горного обогатительного комбината / О. В. Соковнина, Е. М. Микрюкова // Велес. – 2020. – №4-1 (82). – С. 69–75.
8. Чебаевский, В. Ф. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок / В. Ф. Чебаевский, К. П. Вишневский, Н. Н. Накладов. – Москва: Колос, 2000. – 375 с.

СЕКЦИЯ 6. ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

УДК 378.1:624:004

РОЛЬ ИНЖЕНЕРНЫХ КОНКУРСОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Л.А. Сакмарова

канд. пед. наук, доцент

Е.А. Белова

студент

С.А. Волков

студент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: инженерные конкурсы являются эффективным инструментом в подготовке специалистов в сфере информационного моделирования в строительстве. Они помогают студентам и молодым специалистам раскрыть свой потенциал, улучшить свои навыки и подготовиться к успешной карьере в инженерной отрасли.

Ключевые слова: инженерные конкурсы, ТИМ, технологии информационного моделирования, модель, строительство, студент

THE ROLE OF ENGINEERING COMPETITIONS IN THE TRAINING OF SPECIALISTS IN THE FIELD OF INFORMATION MODELING IN CONSTRUCTION

L.A. Sakmarova

cand. of ped. science, associate professor

E.A. Belova

student

S.A. Volkov

student

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: engineering competitions play an important role in training specialists in the field of information modeling in construction. They help students and young professionals discover their potential, improve their skills and prepare for a successful career in the engineering industry.

Keywords: engineering competitions, TIM, information modeling technologies, model, construction, student.

Технология информационного моделирования (BIM) стала неотъемлемой частью строительной отрасли на современном этапе. Её значимость продемонстрировала возможность увеличения эффективности проектирования, строительства и эксплуатации объектов. BIM позволяет интегрировать данные из различных источников, создавая цифровую модель, которая включает в себя геометрическую, техническую и сроковую информацию.

Актуальность BIM в строительстве заключается во многом. Во-первых, это возможность повышения прозрачности и координации между участниками проекта. Все данные хранятся в общей базе, что исключает возможность ошибок и конфликтов. Во-вторых, BIM способствует оптимизации производственных процессов и снижает затраты на строительство. Это происходит за счёт возможности расчёта затрат и оптимизации проектных решений [8].

Для качественной работы с TIM вузы страны уделяют все больше внимания данной технологии. Для студентов стали проводить различное множество – конкурсов информационного моделирования, в которых участники могут оценить свои силы, показать себя и даже найти будущее место работы. Это является большим толчком, как для образования, так и для рынка труда. Появляются все более активные и мотивированные кандидаты на вакантные места в TIM индустрии.

Чувашский государственный университет является активным участником TIM – соревнований. Неоднократные участия, победы в конкурсах показывают достойный уровень подготовки студентов строительного факультета.

Конкурсы по BIM проектированию включают в себя решение различных задач, связанных с созданием BIM-моделей и их анализом. Участники должны продемонстрировать свои навыки в создании и управлении информацией о проекте, моделировании различ-

ных видов строительных систем, анализе пространственных данных и координации работы над проектом между разными участниками команды [1–5].

Например, участие во Всероссийском конкурсе кадров для цифрового строительства BIMSKILLS – 2023 позволило студентом проявить себя. Участники за короткий промежуток разработали проект гостиницы, включающий в себя такие разделы как «Архитектурные решения», «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений», «Генеральный план», а также проектную документацию и средства автоматизации. Преимуществом для всех участников было то, что можно было использовать любое ПО, при условии его возможности экспорта модели в формат IFC 2x3, либо IFC 4.

По итогам был разработан проект гостиничного комплекса (рис. 1–3). Значимым показателем работы в команде при BIM проектировании является возможность объединить различные специализации и навыки, что позволяет достичь более высокой эффективности и качества работы. Команда, состоящая из проектировщиков, архитекторов, инженеров и других специалистов, способна предложить более глубокий и всеобъемлющий подход к проектированию и строительству. Взаимодействие различных дисциплин способствует выявлению и устранению потенциальных проблем и конфликтов еще на этапе разработки проекта, что позволяет сократить время и ресурсы, затрачиваемые на исправление ошибок в процессе реализации. Перед разработкой проекта был заполнен ВЕР (BIM Execution Plan) – это документ, определяющий порядок взаимодействия между участниками проекта, а также требования к BIM-модели и ее содержанию, сроки выполнения работ и т. д. Этот документ определял процессы взаимодействия в данном проекте.

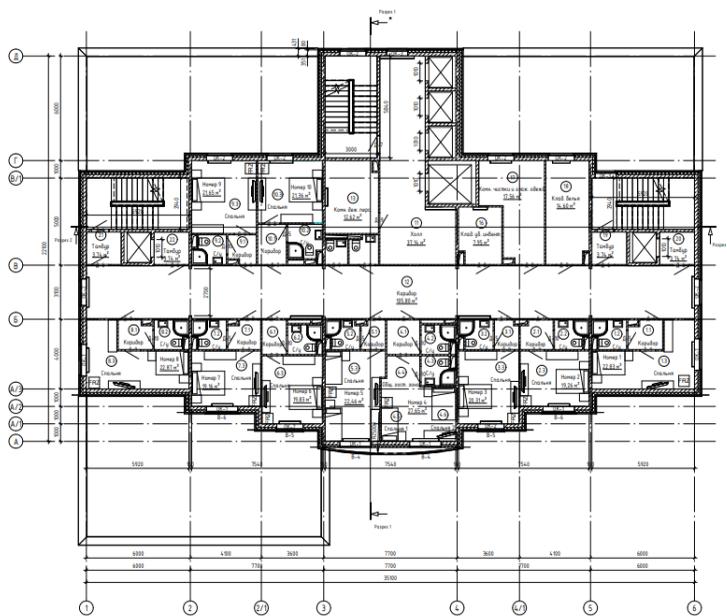


Рис. 1. Архитектурный план типового этажа

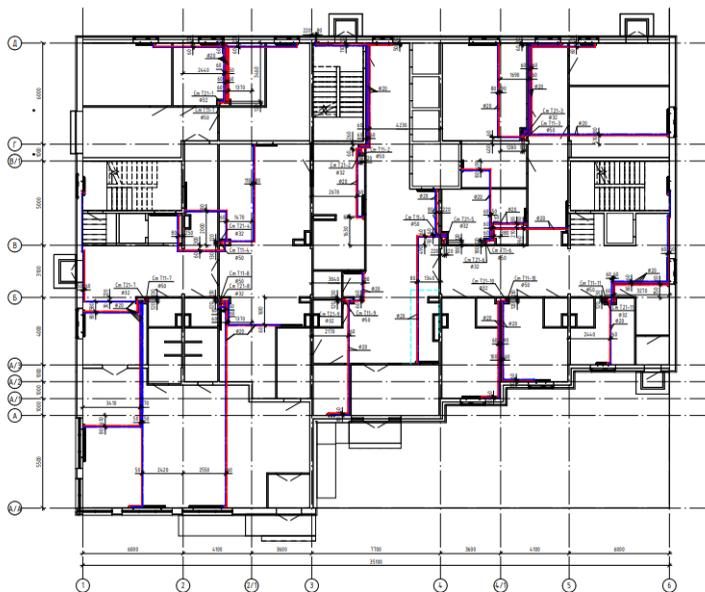


Рис. 2. План расположения трубопроводов 1 этажа



Рис. 3. Визуализация гостиничного комплекса «RED»

На чемпионате СПбГАСУ по ТИМ участники погрузились в профессиональную сферу. В течение пяти дней ребята выполняли конкурсное задание от строительной компании BIMPRO. В команде присутствовали будущие архитекторы, конструкторы, специалисты инженерных систем, сметчики и ТИМ-координаторы. Задание состояло в том, чтобы разработать полноценный проект гостиничного комплекса типа «глэмпинг» на берегу озера Байкал (рис. 4). Благодаря разнообразным ПО проекты всех участников были выполнены успешно, это показывает высокий уровень профессиональной подготовки, внедрение цифровизации будущих специалистов не только в ведущих городах, но и в регионах России [6–7].



Рис. 4. Визуализация гостиничного комплекса

Работа в присутствии представителей отраслевых компаний – хорошая возможность заявить о себе, поэтому соревнования по ТИМ проектированию с каждым годом становятся всё популярнее.

Инженерные конкурсы играют важную роль при подготовке специалистов в области информационного моделирования в строительстве. Участие в таких соревнованиях позволяет студентам и молодым специалистам проявить свои знания и навыки, а также научиться работать в команде и решать сложные инженерные задачи.

Благодаря участию в инженерных конкурсах студенты приобретают практический опыт работы с современными информационными технологиями и программным обеспечением, используемым в строительстве. Они могут показать свои навыки в разработке цифровых моделей зданий и сооружений, оптимизации проектов и анализе данных.

Кроме того, инженерные конкурсы способствуют развитию творческого мышления и поощряют студентов к постоянному совершенствованию. Участие в таких мероприятиях позволяет им закрепить теоретические знания на практике и получить обратную связь от опытных профессионалов в области информационного моделирования.

Список литературы / References

1. Сакмарова, Л. А. Применение BIM-технологий в образовательной среде на примере строительного факультета Чувашского государственного университета / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2017. – №10. – С. 11–17.

2. Солин, С. В. Проблемы внедрения информационного моделирования зданий (BIM) в Чувашской Республике и пути их решения / С. В. Солин, Л. А. Сакмарова // Строительство и застройка: жизненный цикл-2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 г.). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 47–54.

3. Сакмарова, Л. А. BIM-моделирование, как основной инструмент цифровизации образовательных технологий при подготовке кадров строительной отрасли / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2023. – №10. – С. 56–62.

4. Бахмисова, М. А. Цифровизация, информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей III Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 22–30.

5. Bakhmiso, M. A. (2020). Development, strength check, calculation of the wind load of a multi-layer guarding structure / M. A. Bakhmiso, A. N. Plotnikov, L. A. Sakmarova, M. V. Petrov. – Lecture Notes in Civil Engineering. 197. – Pp. 49–54.

6. Сакмарова, Л. А. Специфика подготовки выпускников специальности «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2011. – №2. – С. 270–275.

7. Сакмарова Л.А. Деятельностно-компетентностный подход в условиях перехода на многоуровневую систему подготовки выпускников профиля «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2010. – №4. – С. 171–175.

8. Прокопьев, А. П. Реализация технологий виртуальной реальности BIM – проекта надземного перехода / А. П. Прокопьев, М. А. Александров // Наука. Наследие. Университет: сборник материалов Международной 56-й научной студенческой конференции. Посвящается Году культурного наследия народов Российской Федерации, Году выдающихся земляков в Чувашской Республике (Чебоксары, 08–15 апреля 2022 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2022. – С. 298–299. EDN JUWXQM.

УДК 004.921

РОЛЬ ИЗУЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАННЕМ ЭТАПЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ

Л.А. Сакмарова

канд. пед. наук, доцент

Е.Е. Степанова

аспирант

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»
г. Чебоксары, Россия

Аннотация: в данной статье рассматривается использование компьютерных технологий в обучении студентов-дизайнеров, значимость этих технологий в профессиональном развитии специалиста в области дизайна; описываются проблемы, возникающие при реализации содержательной части дисциплины в образовательном процессе.

Ключевые слова: подготовка дизайнеров, высшая школа, информационные технологии, компьютерные технологии в дизайне.

THE ROLE OF STUDYING COMPUTER TECHNOLOGY AT AN EARLY STAGE OF DESIGN STUDENTS' EDUCATION

L.A. Sakmarova

candidate of pedagogical sciences, associate professor

E.E. Stepanova

postgraduate

I.N. Ulyanov Chuvash State University
Cheboksary, Russia

Annotation: this article examines the use of computer technologies in the training of design students, the importance of these technologies in the professional development of a specialist in the field of design; describes the problems that arise when implementing the substantive part of the discipline in the educational process.

Keywords: design training, higher education, information technology, computer technology in design.

Изучение компьютерных технологий на раннем этапе обучения студентов-дизайнеров играет ключевую роль в их будущей карьере. Современный мир требует от дизайнеров не только художественного таланта, но и умения работать с программным обеспечением, создавать цифровые макеты и прототипы. Благодаря знаниям в области компьютерных технологий студенты могут более эффективно воплощать свои идеи, улучшать свои навыки и расширять свои возможности. Это помогает им быть конкурентоспособными на рынке труда и успешно реализовывать себя в профессиональной сфере [1].

Один из ключевых факторов успеха в профессии дизайнера – это сочетание личностных и профессиональных качеств специалиста. Важно, чтобы дизайнер обладал навыками, способствующими продуктивности его работы и качеству конечного продукта. Уровень профессионализма дизайнера зависит от умения проектировать объекты, владения основами конструирования, использования современных материалов и методов проектирования.

Студенты-дизайнеры изучают различные дисциплины, такие как история искусств, психология, информационные технологии и компьютерная графика. Основой профессиональной подготовки являются специальные предметы, такие как рисунок, проектирование, история дизайна и другие. Важным средством для развития профессионализма являются компьютерные технологии, поэтому студенты должны уметь работать с программами двухмерного и трехмерного компьютерного моделирования для успешного проектирования.

Одной из проблем, с которыми сталкивается высшая школа в обучении дизайнеров, является недостаточное количество часов, выделенных на изучение компьютерных технологий. Необходимо дать студентам адекватные знания об основных направлениях цифровых технологий в дизайне, что поможет им развить навыки работы с графическими программами. Для достижения высокого уровня профессионализма в современном мире необходимо уделять достаточное внимание обучению компьютерным технологиям и обеспечивать студентам необходимые знания и навыки для успешной деятельности в сфере дизайна.

В результате бурного развития компьютерных технологий и их глубокого внедрения в дизайнерскую сферу деятельности возникают проблемы, с которыми сталкивается высшая школа в процессе обучения студентов-дизайнеров [2]. Одним из направлений деятельности дизайнера является проектирование интерьеров, и для этого студенты должны владеть программами двухмерного и трехмерного компьютерного моделирования. Например, для чертежей могут использовать

программы AutoCAD и NanoCAD, а для представления проекта визуальным образом – Blender, 3D Studio Max, SketchUp [3].

Одной из основных проблем является нехватка времени, отведенного на изучение компьютерных технологий на начальном этапе обучения. Это связано как с быстро меняющимися требованиями рынка труда в этой области, так и с постоянным совершенствованием программного обеспечения для компьютерной графики. Кроме того, ограниченные ресурсы высших учебных заведений в области аппаратного и лицензионного программного обеспечения также создают трудности. Крайне важно соблюдать федеральные образовательные стандарты, которые могут ограничивать количество учебных часов, выделенных на изучение определенной дисциплины.

Анализ количества отведенных часов по компьютерным технологиям в учебном плане и рабочих программ позволил сделать вывод, что изучение важнейших для дизайнера программ — 3D Studio Max, SketchUp, Adobe Illustrator, Photoshop и InDesign начинается только на третьем курсе, что замедляет качественную подготовку в области компьютерных технологий. Рабочие программы с преобладанием преподавания одной конкретной компьютерной программы также вызывают недоумение и вопросы.

Представляется важным в процессе обучения дать студентам знания в адекватном объеме об основных направлениях цифровых технологий в дизайне. Освоение компетенций, трудовых действий, знаний, умений и навыков производится в результате совместного изучения учебных дисциплин (модулей) и практик (рис. 1).



Рис. 1. Освоение компетенций по курсам

Навык оперирования инструментами графической программы нарабатывается путем долгой практики и многократных повторений, что не позволяет сделать ограниченное количество часов занятий. И никакой учебный курс не в состоянии вложить в себя все разнообразие возможностей, предлагаемых сегодня дизайнерским программным обеспечением. Чтобы не ограничивать себя недостаточным уровнем знания возможностей программы и иметь возможность реализовать творческие проекты любой сложности, дизайнер должен абсолютно свободно ощущать себя в среде, предлагаемой графической программой. Поэтому какие бы умения и навыки не приобрел студент в ходе обучения, быстрое развитие компьютерной графики и увеличивающееся разнообразие программ вынуждает специалиста-дизайнера самостоятельно осуществлять дальнейшее освоение дизайнерского программного обеспечения. Важно, чтобы в ходе обучения студент начал чувствовать себя свободно в предлагаемой компьютерной среде и смог без проблем в дальнейшем адаптироваться к ее быстрым изменениям.

Внедрение технологий информационного моделирования в образовательную среду является актуальной темой в настоящее время. Это инновационный подход к проектированию, основанный на создании трехмерной информационной модели здания или объекта, включающей в себя все его характеристики и параметры [4–7].

Овладев технологиями информационного моделирования, выпускник-бакалавр легче войдет в рынок труда, и приспособится к любым новым требованиям, которые предъявит ему его профессиональная практика [8–9].

Навыки работы с графическими инструментами развиваются через долгую практику и повторения, которые невозможно ограничить определенным количеством учебных часов. Чтобы быть готовым к творческим проектам любой сложности, дизайнер должен чувствовать себя абсолютно комфортно в графической среде. Поэтому специалист должен самостоятельно совершенствовать навыки работы с программным обеспечением, учитывать быстрое развитие компьютерной графики и появление новых программ. Важно, чтобы студенты начали чувствовать себя уверенно в компьютерной среде и могли легко адаптироваться к ее изменениям [10].

Таким образом, изучение компьютерных технологий на раннем этапе обучения студентов-дизайнеров необходимо для развития их карьеры и успешной деятельности в современном мире дизайна.

Список литературы / References

1. Берман, Д. Do Good Design: как дизайнеры могут изменить мир / Д. Берман. – Москва: Символ-Плюс, 2011. – 208 с.
2. Рунге, В. Ф. История дизайна, науки и техники: учебное пособие. Книга 1 / В. Ф. Рунге. – Москва: Архитектура-С, 2006. – 368 с.
3. Лаврентьев, А. Н. Цифровые технологии в дизайне. История, теория, практика : учебник и практикум для вузов / А. Н. Лаврентьев [и др.]; под ред. А. Н. Лаврентьева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2019. – 208 с.
4. Сакмарова, Л. А. Применение BIM-технологий в образовательной среде на примере строительного факультета Чувашского государственного университета / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2017. – №10. – С. 11–17.
5. Солин, С. В. Проблемы внедрения информационного моделирования зданий (BIM) в Чувашской Республике и пути их решения / С. В. Солин, Л. А. Сакмарова // Строительство и застройка: жизненный цикл–2020: материалы V Международной (XI Всероссийской) конференции (Чебоксары, 25–26 ноября 2020 г.). – Чебоксары: Среда, 2020. – С. 47–54.
6. Сакмарова, Л. А. BIM-моделирование, как основной инструмент цифровизации образовательных технологий при подготовке кадров строительной отрасли / Л. А. Сакмарова, М. А. Бахмисова // Жилищное строительство. – 2023. – №10. – С. 56–62.
7. Бахмисова, М. А. Цифровизация, информационное моделирование и проектирование в учебном процессе / М. А. Бахмисова, Л. А. Сакмарова // Новые компетенции цифровой реальности: теория и практика их развития у обучающихся: сборник докладов и научных статей III Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2022. – С. 22–30.
8. Сакмарова, Л. А. Специфика подготовки выпускников специальности «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2011. – №2. – С. 270–275.
9. Сакмарова, Л. А. Деятельностно-компетентный подход в условиях перехода на многоуровневую систему подготовки выпускников профиля «Проектирование зданий» / Л. А. Сакмарова // Вестник Чувашского университета. – 2010. – №4. – С. 171–175.
10. Литвина, Т. В. Дизайн новых медиа: учебник для вузов / Т. В. Литвина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2019. – 181 с.

Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ**

Сборник статей по материалам
Международной научно-практической конференции
(Чебоксары, 24 апреля 2024 г.)

Чебоксары, 2024 г.

Ответственный редактор *А. Н. Плотников*
Компьютерная верстка *А. Д. Федоськина*
Дизайн обложки *М. С. Фёдорова*

Подписано в печать 31.07.2024 г.

Дата выхода издания в свет 05.08.2024 г.

Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура Times. Усл. печ. л. 13,95. Заказ К-1322. Тираж 500 экз.

Издательский дом «Среда»
428005, Чебоксары, Гражданская, 75, офис 12
+7 (8352) 655-731
info@phsreda.com
<https://phsreda.com>

Отпечатано в Студии печати «Максимум»
428005, Чебоксары, Гражданская, 75
+7 (8352) 655-047
info@maksimum21.ru
www.maksimum21.ru