



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

Материалы Всероссийской
научно-практической конференции,
посвященной 55-летию Чувашского государственного
университета имени И. Н. Ульянова

Чебоксары
Издательский дом «Среда»
2022

УДК 62(082)
ББК 30.69я43
И66

*Печатается по решению Ученого совета строительного факультета
Чувашского государственного университета И. Н. Ульянова*

Рецензенты:

Афанасьев В. В. – д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет им. И.Н. Ульянова»

Егоров В. П. – канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет»

Редакционная коллегия:

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

И66 Инновационные технологии в инженерных системах :
материалы Всероссийской научно-практической конфе-
ренции, посвященной 55-летию ЧГУ им. И. Н. Ульянова /
отв. ред. А. Н. Плотников ; Чувашский государственный
университет имени И. Н. Ульянова. – Чебоксары : ИД
«Среда», 2022. – 120 с.

ISBN 978-5-907561-79-3

Рассмотрены вопросы решения экологических проблем водопользования, современные системы подготовки чистой питьевой воды, модернизация насосных станций, современные конструктивные и организационно-технологические решения в строительстве инженерных систем и ЖКХ, информационные технологии в управлении техническими системами и моделировании.

Материалы конференции воспроизведены с авторских оригиналов рукописей, представленных в Оргкомитет.

ISBN 978-5-907561-79-3
DOI 10.31483/a-10441

© Коллектив авторов, 2022
© Чувашский государственный университет
имени И. Н. Ульянова, 2022
© ИД «Среда», оформление, 2022

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
СЕКЦИЯ 1. СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.....	6
<i>Акилов М.В., Лашманов Е.И., Васильев В.С.</i> Реконструкция сетей и сооружений в юго-западном районе г. Чебоксары	6
<i>Амаша Л.С., Аль-Хайми А.М.М., Русинова Н.Г.</i> Обзор водных ресурсов в Израиле.....	13
<i>Кирисов Д.Е., Щенникова Т.В.</i> Повышение надёжности системы тепловых сетей	21
СЕКЦИЯ 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	26
<i>Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Иванова В.О.</i> Очистка природных вод от нефтепродуктов методом ультрафильтрации	26
<i>Соловьева А.В., Васильев В.С.</i> Опыт решения проблемы очистки сточных вод малых населенных пунктов на примере п. Северный Заволжской части г. Чебоксары	31
<i>Стафеева М.Г., Самигуллина Г.З.</i> Расчет норм образования отходов и выбросов атмосферных загрязнений в рамках сертификации ИСО 14001 на малом предприятии.....	39
СЕКЦИЯ 3. ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ	52
<i>Васильева А.А., Яшкова В.И., Федоров Н.А.</i> Тепловая схема отопительной котельной многоквартирного жилого дома.....	52
<i>Васильева В.В., Котылева А.Р., Творогов В.А.</i> Улучшение микроклимата на фермах	59

**СЕКЦИЯ 4. СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ
И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
РЕШЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ
СИСТЕМ И ЖКХ 65**

Алексеева Г.Н., Алексеев В.Ю. Внедрение газоанализаторов
в жилых многоквартирных домах 65

Бахмисова М.А., Петров М.В., Сакмарова Л.А. Прочность
и деформация ограждающей конструкции с гибкими связями
при температурных и силовых воздействиях 72

Соколов Н.С., Викторова С.С. Геотехническая технология
обеспечения устойчивости стенок котлована в особо стесненных
условиях 80

Соколов Н.С. Случай усиления основания противооползневой
подпорной стены 89

Мишенин М.Е. Соколов Н.С. Обзор заглубления ЖБК
для стабилизации устойчивости склонов 99

**СЕКЦИЯ 5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ
И МОДЕЛИРОВАНИИ 105**

Максимова Л.А., Николаева А.Г., Иванова Н.В., Иванов В.А.
Обзор программных комплексов для проектирования инженерных
сетей и опыт их применения в образовательном процессе
на строительном факультете 105

ПРЕДИСЛОВИЕ

Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные технологии в инженерных системах» состоялась 28 апреля 2022 г. на строительном факультете ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И. Н. Ульянова». Конференция приурочена к 55-летию Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова. Модераторами мероприятия выступили преподаватели кафедры теплотехники и гидравлики, руководство АО «Водоканал».

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

- ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия;
- ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, Россия;
- ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова», Ижевск, Россия;
- ФГБОУ ВО «Удмуртский госуниверситет», г. Ижевск, Россия;
- АО «Водоканал», г. Чебоксары, Россия;
- ООО "БИ-СИ-СИ", г. С-Петербург;
- ООО "Инжкомторг", г. Чебоксары;
- ГУП «БОС», г. Новочебоксарск, Россия.

В сборнике также представлены исследования студентов и преподавателей строительного факультета Чувашского государственного университета.

С приветственным словом выступил ректор университета Александров Андрей Юрьевич. Он отметил значение инженерных сооружений в жизни города, рассказал, что строительная отрасль Чувашской республики имеет большой опыт и традиции, которые нужно преумножать, сделал акцент на том, что научно-исследовательская деятельность студентов и профессорско-преподавательского состава является одной из ключевых составляющих в работе университета. В работе конференции приняли участие зам. министра строительства, архитектуры и ЖКХ Чувашской Республики Протасевич Алена Александровна, директор ОА «Водоканал» г. Чебоксары Васильев Владимир Сергеевич.

СЕКЦИЯ 1. СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

УДК 628.16

РЕКОНСТРУКЦИЯ СЕТЕЙ И СООРУЖЕНИЙ В ЮГО-ЗАПАДНОМ РАЙОНЕ г. ЧЕБОКСАРЫ

*М.В. Акилов
Е.И. Лашманов
В.С. Васильев*

акционерное общество «Водоканал»
г. Чебоксары

***Аннотация.** В данной статье отображены существовавшие проблемы в системе водоснабжения отдельного микрорайона города Чебоксары, а также описан опыт решения вопроса путем внедрения современных технологий, материалов и автоматизации, что дало прогнозируемую экономию.*

***Ключевые слова:** водоснабжение, модернизация, насосные станции, автоматизация, экономический эффект.*

RECONSTRUCTION OF NETWORKS AND STRUCTURES IN THE SOUTH-WESTERN DISTRICT OF CHEBOKSARY

***Abstract.** This article shows the existing problems in the water supply system of a separate microdistrict of Cheboksary, and also describes the experience of solving the issue through the introduction of modern technologies, materials and automation, which gave the predicted savings.*

***Keywords:** water supply, modernization, pumping stations, automation, economic effect.*

Водоснабжение является одной из важнейших отраслей городского хозяйства. Система водоснабжения представляет собой сложный комплекс сетей и сооружений для обеспечения определенной группы потребителей питьевой водой в требуемых количествах и требуемого качества. Водопроводная сеть города Чебоксары имеет сложную схему, характерную для крупного населенного пункта, на сети рассредоточено несколько напорно-регулиру-

рующих сооружений (насосных станций третьего подъема, повысительных насосных станций и резервуаров чистой воды). Учитывая наличие пересеченного со значительными высотными перепадами рельефа местности, местоположение источников водоснабжения, а также неравномерность водопотребления, вызванной различной степенью благоустройства и этажности жилой застройки, в городе Чебоксары принято зонное водоснабжение.

В Юго-Западном районе г. Чебоксары со значительными высотными перепадами рельефа местности, отметки которых варьируют примерно от 150,0 до 160,0 м., для подачи требуемого напора воды установлены дополнительные повысительные насосы в ЦТП по улице Тополиная, в двух ЦТП по ул. Гражданская и ЦТП по ул. Чернышевского.

В данный период времени производятся работы по реконструкции сетей водоснабжения и произведены работы по реконструкции ЦТП № 1 по ул. Гражданская, 70А и выведены из эксплуатации насосные агрегаты в ЦТП №2 по ул. Гражданская, 84, в Юго-Западном районе, границами которого являются ул. Чернышевского, ул. Эльмена, ул. Гражданская и ул. Энтузиастов.

Главной целью является:

- реконструкция сетей водоснабжения с целью повышения надежности, снижения аварийности и повышения качества предоставляемых услуг;

- энергосбережение и повышение энергетической эффективности.

1. Для повышения надежности водоснабжения в микрорайоне было принято решение изменения схемы водоснабжения, как всего микрорайона в целом, так и водоснабжение многоквартирных домов в частности. Необходимо было произвести вывод из эксплуатации транзитных трубопроводов, проходящих по подвалам домов, находящихся в изношенном состоянии. Ремонт и обслуживание, которых вызывало сложности и неудобства, связанные с доступом к обслуживанию сетей и недопустимо согласно СП 31.13330 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

Трассировка сети прошла вдоль домов с монтажом новых вводных трубопроводов. Материал труб выбран полиэтиленовый, согласно их преимуществам:

- низкий удельный вес, по сравнению со сталью или чугуном;
- устойчивость к воздействию бактерий, грибка и т.п.;

- гладкие стены труб способствуют меньшему сопротивлению потока воды, и предотвращают образование нароста на внутренних стенках;

- устойчивы к блуждающим токам (не электропроводны);

- легкость в укладке, сварке стыков;

- прочные;

- не требуют устройства наружной изоляции, что способствует скорой укладке;

- в случае отключения водопровода и опорожнения на долгий срок не требуют консервации.

- гарантируют долгую безаварийную службу, что значительно уменьшит число аварий и затрат на их устранение.

В новой схеме предусмотрено дополнительное кольцевание сетей, что повысит ее надежность и бесперебойность.

2. Второй – но немаловажной целью работ по реконструкции схемы водоснабжения микрорайона являлась работа по снижению затрат на содержание и эксплуатацию насосного оборудования, находящегося по договору аренды в ЦТП №1 и в ЦТП №2.

Для достижения цели, а это уменьшение затрат связанных с ЦТП, было выведено из эксплуатации все старое насосное оборудование и сети, распределяющие воду в ЦТП №2 с полным демонтажем, полная реконструкция и автоматизация насосного оборудования установленного в ЦТП №1, параметры, которых были подобраны таким образом, что позволяет работать насосному оборудованию в штатном режиме и исключить работу насосного оборудования установленного в ЦТП №2.

Автоматизация уменьшила участие персонала в процессах работы с насосными агрегатами:

- В системах автоматизации предусматривается защита от различных сбоев, скачков в напряжении или авариях на разводящих водопроводных сетях.

- Снабжение объектов питьевой водой – потребляемым количеством и повышения ее давления в трубопроводах для зданий высокой этажностью застройки.



Рисунок 1 – Машинный зал ЦТП №1 до реконструкции насосного оборудования



Рисунок 2 – Реконструкция насосного оборудования в машинном зале ЦТП №1

Каждый насосный агрегат оборудован обратным клапаном и задвижкой, двумя датчиками давления, кабельной разводкой. Установлены четыре насосных агрегата: два рабочих – работающие в штатном режиме и два резервных. Эти резервные насосы включаются только в том случае, если рабочие насосные агрегаты вышли по каким либо причинам из строя, либо не запускается в течение установленного программой времени после поступления на них сигнала.

За счет этого значительно повышается надёжность работы всей системы, её бесперебойность.

Комплекс системы управления состоит из двух групп аппаратуры. Первая – это приборы общего назначения, к ним относятся: магнитные пускатели, промежуточные реле, контакторы, переключатели.

Ко второй группе относятся специальные приборы, предназначенные для контроля и управления. Это датчики расхода воды, манометры. По сути, система автоматического управления насосной станцией сводится к регулированию работы насосного агрегата, в зависимости от расходов воды в часы максимального и минимального потребления.

Управление каждым насосным агрегатом осуществляется группой приборов, заключённых в небольшой функциональный шкаф. Он оснащён индикаторной панелью, на которой высвечиваются определённые показатели. Это состояние двигателя и его защиты, входное и выходное давление, состояние задвижки, рабочий и аварийный сигнал.

Используемая схема, позволяет контролировать все насосные агрегаты, которые могут работать одновременно. Осуществляется контроль нулевого расхода, с обеспечением плавного запуска и остановки, с использованием одного или нескольких преобразователей частоты, которые в свою очередь не только принесут огромную экономическую выгоду, связанную с потреблением электроэнергии, но и позволят правильно управлять работой электрических двигателей, что даст возможность получить массу преимуществ.

- Самое ценное из них – это возможность исключения гидроударов за счёт плавного запуска и остановки насосных агрегатов. Благодаря преобразователям частоты, насосы в системе могут включаться поочерёдно, что позволяет вырабатывать их ресурс равномерно.

- С помощью преобразователей частоты можно организовать каскадное включение дополнительного насосного оборудования в том случае, когда работающие агрегаты не справляются со своей функциональной задачей.

И это ещё далеко не полный перечень функциональных удобств, которые даёт этот небольшой прибор.

- Работа насосов на частотах резонанса может блокироваться, а на скачке напряжения, производится перезапуск электродвигателя.

- Если же сам преобразователь окажется неисправным, электродвигатели автоматически переключатся на общую электрическую сеть.

Внедрение автоматических систем управления позволяет эффективно организовать работу водопроводной сети, и не только.

Весь контроль и наблюдения за правильной работой насосов берет на себя оператор центральной диспетчерской службы. В помещении диспетчерской установлен компьютер. Контроллер подключен к ПК и оператор может контролировать весь процесс работы всех насосных агрегатов.

Диспетчер имеет возможность отслеживать на мониторе ПК рабочие параметры и показатели всех приборов:

- давление воды в водопроводной сети;
- ток электродвигателей каждого насоса;
- суммарный и текущий расходы воды;
- текущее состояние насосов;
- выбранный режим работы;
- наличие потока воды в трубопроводе.

На экранах управления отображаются: температура воздуха внутри здания, затопление, пожар, взлом. В программе визуализации можно просмотреть графики изменения давления воды, тока электродвигателя, мгновенного расхода воды и т.д.

После внедрения автоматизации сокращается численность дежурного персонала. Качественно изменится порядок работы насосных агрегатов, появится возможность контролировать все режимы работы насосов и параметры всех датчиков в реальном времени.

Подводя итоги:

Вывод из эксплуатации насосного оборудования в ЦТП №2 и уменьшение арендуемой площади в ЦТП №1 для насосного оборудования – дало значительное сокращение расходов на арендную плату и содержание насосных агрегатов в среднем на 240 т.р. в год.

Большую экономическую выгоду принесли установленные в ЦТП №1 два рабочих насоса, и два резервных насоса марки WILO с мощностью 15.00 kw, производительностью 130 m³/h, напором 48,00 m. Вместо старых пяти насосов в ЦТП №2 и в ЦТП №1 мощностью 30.00 kw, производительностью 100 m³/h, напором 50,00 m, что позволило сильно снизить затраты на потребляемую электроэнергию и составило экономию в 980 т.р. в год.

Итого общая экономическая выгода от реконструкции ЦТП составила 1220000 т.р./год.

Сведения об авторах (information about the authors):

Акилов Михаил Вячеславович, мастер АО «Водоканал», г. Чебоксары, Мясокомбинатский проезд, 12, e-mail: mv_volika@mail.ru

Васильев Владимир Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Московский пр., 15

Лашманов Евгений Игоревич, мастер АО «Водоканал», г. Чебоксары, Мясокомбинатский проезд, 12

Akilov Mikhail Vyacheslavovich, master of AO "Vodokanal", Cheboksary, Myasokombinatsky passage, 12, Russian Federation, e-mail: mv_volika@mail.ru

Vasiliev Vladimir Sergeevich, candidate of technical sciences, associate professor of the Department of Heat Engineering and Hydraulics Chuvash State University named after I.N. Ulyanova (ChuvSU), Cheboksary, Moskovsky pr., 15, Russian Federation

Lashmanov Yevgeny Igorevich, master of AO "Vodokanal", Cheboksary, Myasokombinatsky passage, 12, Russian Federation

УДК 69.07

ОБЗОР ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ИЗРАИЛЕ

*Амаша Лаис Салих
Аль-Хайми Ахмед Мохаммед Мохаммед
Русинова Н.Г.*

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

***Аннотация.** В статье приводится обзор водных ресурсов в Израиле. В стране с небольшими водными ресурсами можно найти способы максимального их использования. Наряду с традиционными источниками водоснабжения применяются и нетрадиционные водные ресурсы. Описан опыт опреснения морской воды, повторного использования очищенных сточных вод, а также капельное орошение.*

***Ключевые слова:** водные ресурсы, водоснабжение, Всеизраильский водопровод, опреснение, капельный полив.*

OVERVIEW OF WATER RESOURCES IN ISRAEL

***Abstract.** The article provides an overview of water resources in Israel. In a country with small water resources, you can find ways to maximize their use. Along with traditional sources of water supply, non-traditional water resources are also used. The experience of desalination of seawater, reuse of treated wastewater, as well as drip irrigation is described.*

***Keywords:** Water resources, water supply, All-Israel water supply, desalination, drip irrigation.*

Введение.

Водоснабжение в Израиле неразрывно связаны с историческим развитием страны. Поскольку дожди выпадают только зимой и в основном в северной части страны, ирригация и гидротехника считаются жизненно важными для экономического выживания и роста страны.

В стране были предприняты крупномасштабные проекты по опреснению морской воды, перенаправлению воды из рек и

водохранилищ на севере в южную часть, оптимальному использованию грунтовых вод и восстановлению паводковых и сточных вод.

Среди них – Всеизраильский водопровод, доставляющий воду из самого большого пресноводного озера страны, Галилейского моря, в северную часть пустыни Негев по каналам, трубам и туннелям.

Сегодня спрос на воду в Израиле превышает доступные традиционные водные ресурсы. Поэтому, Израиль полагается примерно на половину своего водоснабжения за счет нетрадиционных водных ресурсов, включая очищенную воду и опреснение.

Материал и методы исследований

Водные ресурсы в Израиле состоят из традиционных водных ресурсов (поверхностные воды, грунтовые воды) и нетрадиционных водных ресурсов, включая повторное использование очищенных сточных вод (очищенная вода), опреснение морской воды и опреснение солоноватой воды.

Галилейское море

Галилейское море – пресноводное озеро на северо-востоке Израиля. Многие называют его озером «Кинерет».

Объём воды в бассейне оценивается в 560 млн. куб. м в год, то есть 25 % от потребления воды Израиля. Побережье озера является одним из самых низких участков суши на Земле – 213 м ниже уровня моря. Уровень воды подвержен изменениям в течение года в зависимости от осадков и потребления воды.

Для Израиля озеро Кинерет имеет колоссальное значение. Это – запас пресной воды всего государства. Жителей Израиля пугают тот факт, что водохранилище год от года мельчает. Они следят за уровнем воды в этом водоеме, с тревогой наблюдают за его снижением.

Опреснение морской воды

Опреснение воды – удаление из воды растворённых в ней солей с целью сделать её пригодной для питья или для выполнения определённых технических задач.

В начале 2002 года из-за засухи правительство одобрило строительство крупных опреснительных заводов морской воды вдоль побережья Средиземного моря. Все проекты должны были быть выполнены в частном секторе, в рамках международных тендеров.



Рис. 1. Галилейское море

По состоянию на конец 2013 года в эксплуатации находились четыре завода общей мощностью почти 500 млн куб. м / год. На всех заводах используется обратный осмос, работающий на собственной энергии.

Завод по опреснению морской воды методом обратного осмоса (SWRO) в Ашкелоне на момент ввода в эксплуатацию был крупнейшим в мире.

Восстановленная вода

Очистка сточных вод – лишь одно из направлений защиты гидросферы, прежде всего, поверхностных вод от антропогенных загрязнений. Главный путь защиты гидросферы так же, как и атмосферы и литосферы, – поиск технологий, исключающих образование значимых количеств вредных твёрдых и жидких отходов, вредных примесей в сточных водах и отходящих (в атмосферу) газов, что входит составной частью в главное направление деятельности сегодняшней техносферы – создание безотходных и малоотходных технологий [5]. По состоянию на 2010 год Израиль лидирует в мире по количеству рециркулируемой воды. Израиль очищает 80% сточных вод, а 100% сточных вод из пригорода Тель-Авива обрабатываются и повторно используются в качестве воды для орошения для сельского хозяйства и общественных работ.

Завод, известный в местном масштабе как Шафдан, получил признание за свой уникальный метод использования естественных фильтрующих свойств песка для улучшения качества сточных вод.



Рисунок 2 – Опреснительный завод

Всеизраильский водопровод

Всеизраильский водопровод— система инженерных сооружений, объединяющая в единое целое источники водоснабжения в Израиле. Его главная задача — транспортировка воды с севера страны, в основном из озера Кинерет, в сильно заселённый центр и засушливый юг, в том числе в северную часть пустыни Негев, где после его постройки стало возможным занятие интенсивным земледелием. Кроме того, он сильно повысил эффективность использования воды в стране.

Всеизраильский водопровод является самым большим объектом системы водоснабжения в Израиле. Состоит из трубопроводов, насосных станций, резервуаров, открытых каналов и туннелей. Общая длина магистральных водоводов — около 130 км.

Пропускная способность — 72 тыс. кубометров воды в час, что соответствует примерно 1,7 млн кубометров в сутки. Строительство водопровода представляло собой сложную техническую задачу, поскольку он должен был проходить по участкам с разнородной почвой и неровным рельефом.



Рисунок 3 – Завод Шардан

В 1950 году правительством Израиля во главе с Давидом Бен-Гурионом была сформирована комиссия по выработке плана строительства Всеизраильского водопровода.

Капельное орошение

Симха Бласс был главным вдохновителем и проектировщиком проекта Всеизраильского водопровода он тоже изобретатель капельного орошения. И если Всеизраильский водовод – проект сугубо национальный, то идею капельного орошения с восторгом встретили агрономы по всему миру.

Капельное орошение – излив воды на почву с очень низкой скоростью (1-8 литров в час) из системы пластиковых труб малого диаметра с выходами, называемыми эмиттерами или капельницами. Вода попадает в прикорневую зону растений, так что только часть почвы, в которой растут корни, смачивается, в отличие от поверхностного орошения, при котором увлажняется вся поверхность почвы. При использовании капельного орошения каждые 1-3 дня будет обеспечиваться очень высокий уровень влажности в почве, в отличие от других методов полива, что очень благоприятно влияет на развитие растений. Капельный полив наиболее востребован для рядовых культур – овощи, фрукты, плодовые деревья и кустарники, виноградники, где для каждого растения могут использоваться как одна, так и несколько капельниц.

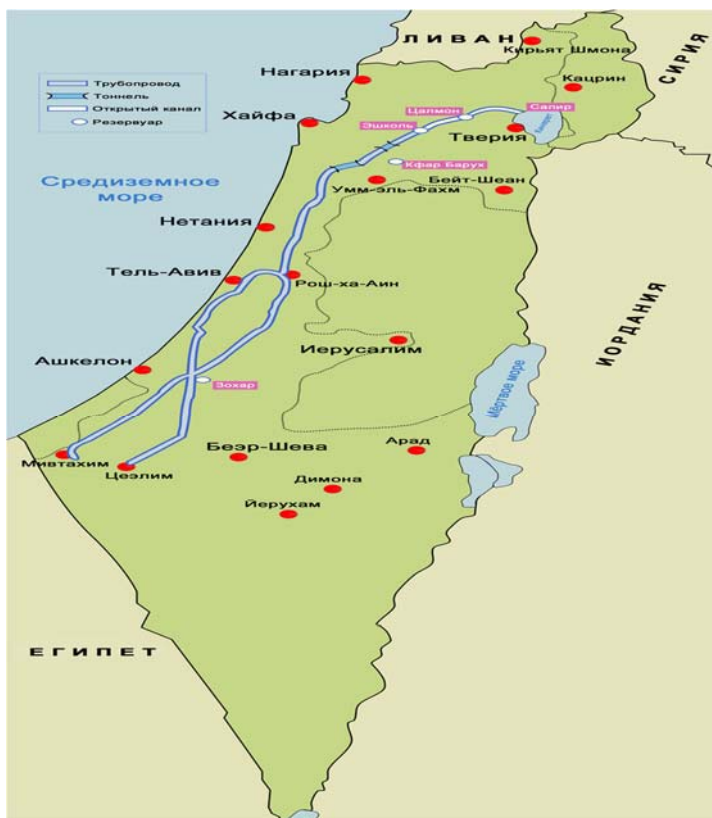


Рисунок 4 – Маршрут Израильского водопровода



Рисунок 5 – Капельный полив

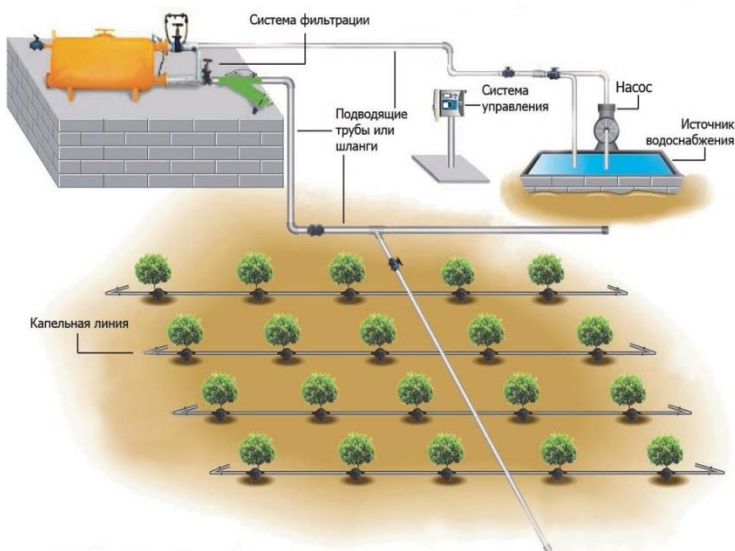


Рисунок 6 – Схема системы капельного полива

Капельный полив подходит для большинства почв. На глинистых грунтах воду нужно вносить медленно, на песчаных грунтах потребуются более высокие скорости излива эмиттеров, чтобы обеспечить необходимое смачивание почвы.

Одной из основных проблем с капельным орошением является засорение эмиттеров. Все капельницы имеют очень маленькие водяные дорожки диаметром 0.2-2.0 мм, поэтому если вода содержит водоросли, отложения удобрений и растворенные химические вещества, которые осаждаются, необходимо устанавливать систему фильтрации.

Заключение:

С каждым годом во всем мире проблема водоснабжения становится все более актуальной. Снижается качество пресной воды. Технологии подготовки воды становятся все более сложными. Опыт Израиля показывает, как в стране с небольшими водными ресурсами можно найти способы максимального их использования.

Список литературы / References

1. Водоснабжение и водоотведение в Израиле. URL: https://ru.abcdef.wiki/wiki/Water_supply_and_sanitation_in_Israel
2. Симха Бласс (Капельное орошение). URL: <https://21mm.ru/news/korotko/iz-togo-chto-bylo-selskoe-khozyaystvo-izrailya/>
3. Всеизраильский водопровод. URL: <https://water.fanack.com/ar/israel/water-infrastructure/>
4. Официальный сайт государственной компании по водоснабжению (англ.). URL: www.mekorot-int.com.
5. Министерство национальной инфраструктуры. URL: <https://web.archive.org/web/20080719004411/>; <http://www.mni.gov.il/mni/en-US/>
6. Никулин В.А., Русинова Н.Г., Самигуллина Г.З. Очистка сточных вод: учебно-методическое пособие. – Ижевск: Изд-во «КИ-ГИТ», 2015. – 97 с.

Сведения об авторах (information about the authors):

Амаша Лаис Салих, студент ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», e-mail: laith5017@gmail.com

Аль-Хайми Ахмед Мохаммед Мохаммед, студент ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», e-mail: alhim9900@gmail.com

Русинова Надежда Германовна, старший преподаватель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», e-mail rusinovang@mail.ru

Amasha Lais Salih, student of group C-11-19 of the "Chuvash state University named I.N. Ulyanov", Cheboksary, Russia, e-mail: laith5017@gmail.com

Ahmed Mohammed alhaimi, student of group C-11-19 of the "Chuvash state University named I. N. Ulyanov", Cheboksary, Russia, e-mail: alhim9900@gmail.com

Rusinova Nadezhda Germanovna – senior lecturer of the "Chuvash state University named I. N. Ulyanov", Cheboksary, Russia, e-mail: rusinovang@mail.ru

УДК 62

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

*Д.Е. Кирисов
Т.В. Щенникова*

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

***Аннотация.** Повышение качества систем снабжения населения теплом и горячей водой является одной из важнейших задач службы эксплуатации. Повреждения на трубах, приводят к длительным перерывам в подаче теплоты целым жилым районам или к полному выходу из строя системы в большом количестве зданий. Особенно разные случаи появляются в зимнее время. Поэтому вопрос о повышении надежности остается важным. Целью научной статьи является ознакомить читателей с проблемой повреждения теплопроводов и показать эффективность применения строительства перемычек между магистралями.*

***Ключевые слова:** повреждения, дефекты, коррозия, надежность, поток отказов, перемычки.*

IMPROVING THE RELIABILITY OF THE HEATING NETWORK SYSTEM

***Abstract.** Improving the quality of systems for supplying the population with heat and hot water is one of the tasks of the operation service. Damage to pipes leads to long interruptions in the supply of heat to extended residential areas or to complete system failure in a large number of buildings. Especially in winter time. Therefore, the question of immutability remains important. The purpose of the scientific article is to consider by readers the problem of damage to heat pipelines and to prove the effectiveness of building jumpers between highways.*

***Keywords:** damage, defects, corrosion, reliability, failure rate.*

Введение.

Относительно к системе жилищно-коммунального теплоснабжения под надежностью следует понимать бесперебойное снаб-

жение потребителей, а именно населения и разного типа предприятий, теплом и горячей водой хорошего качества и недопущение моментов и ситуаций, которые могут пагубно сказаться на людей и окружающую среду. К отказам на сетях могут привести различные повреждения, такие как сквозные коррозионные повреждения труб коррозия корпуса или байпаса задвижки, искривление или падение дисков, нестабильность фланцевых соединений и так далее. Поэтому одно из важнейших направлений повышения надежности тепловых сетей и снижения их повреждаемости – это защита от коррозии. В большинстве случаев повреждения наступают вследствие электрохимической коррозии. Поэтому необходим оперативный дистанционный контроль (ОДК) за изоляцией, который позволяет контролировать качество продукции на всех этапах строительства и эксплуатации теплопроводов.

Материал и методы исследований.

Если рассмотреть график статистики повреждений на тепловых сетях, Рисунок1, то большинство случаев повреждения на тепловых сетях происходит в подземных периметрах. На Рисунок2 можно увидеть статистику случаев с повреждениями тепловых сетей. Наиболее распространенными типами повреждений являются наружная коррозия и свищи. Свищ – это повреждение поверхности трубы в виде трещины или сквозного отверстия.

Для того, чтобы определить какой метод использовать для повышения надежности, необходимо произвести расчет показателей системы с учетом надежности [2]. Надежность работы элементов зависит от множества факторов, таких как условия прокладки труб, качество теплоносителя, качество выполняемой работы.

Тепловые сети состоят из следующих элементов: участков труб, секционированных и отключающих задвижек, оборудования сетей. Все эти элементы могут выходить из строя. При возникновении повреждения участка трубы его отключают, ремонтируют и снова включают в эксплуатацию. С течением временем на этом месте также может появиться новое повреждение, которое также должно будет отремонтировано.

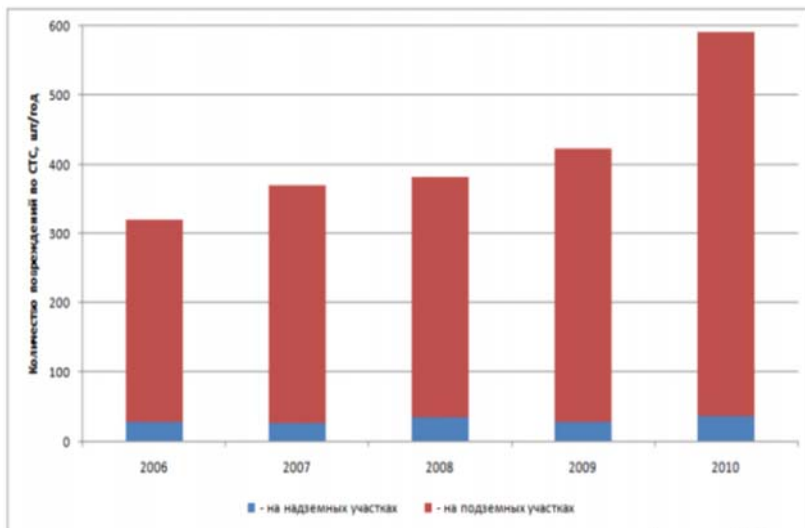


Рисунок 1 – Появление аварийных ситуаций на тепловых сетях в зависимости от типа прокладки

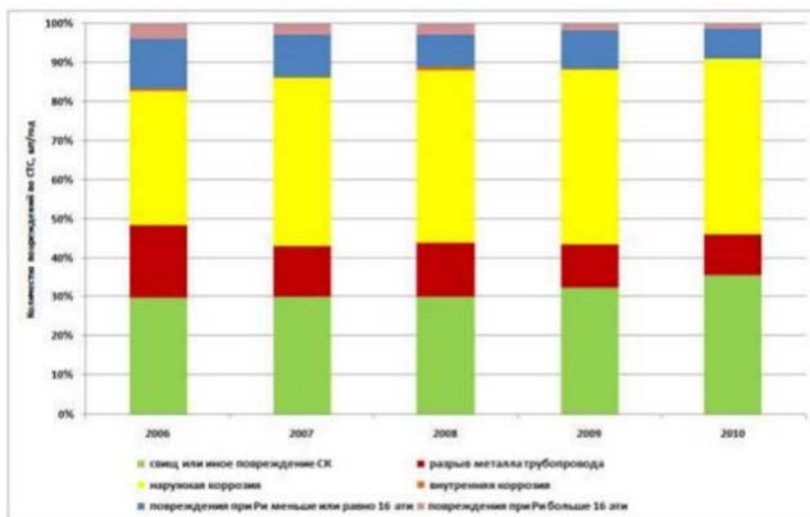


Рисунок 2 – Возникновение аварийных ситуаций на тепловых сетях по типам повреждений

Все это составляет такую величину как поток отказов-случайностей, которое имеет свою формулу. Следует отметить, что данная величина обратно пропорциональна зависит от числа объектов или элементов, в нашем случае от числа трубопроводов. Формула, которая используется в сферах промышленности, так же затронула нашу дисциплину.

$$\omega(t) = \frac{\Delta n_i(\Delta t)}{N_0 \cdot \Delta t}$$

где $\Delta n_i(\Delta t)$ – общее число отказов объекта за определенный промежуток времени Δt ; N_0 – число объектов или элементов.

Для определения параметра потока отказов необходимо найти среднее значение фактически отключаемой мощности, среднее значение отключаемой тепловой мощности при аварийных отказах, среднюю вероятность безотказности системы. После всех найденных значений определяется конечное значение.

Для повышения надежности также можно использовать блокирующие переключки между смежными теплопроводами. Что доказывается расчетом показателей надежности [6]. Рассматриваются варианты: без переключки, с одной и двумя переключками. По результатам расчетов выбирается наилучший вариант.

Заключение:

Установка переключек позволяет понизить значение отключаемой тепловой мощности при аварии, тем самым повышая основной показатель надежности. К тому же, данный вариант экономически выгоднее по сравнению с дорогостоящим методом кольцевания сетей. Применение системы оперативного дистанционного контроля (ОДК) также повышает надежность тепловых сетей.

Список литературы / References

1. Гуназа, Н.В. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения. – Ростов-на-Дону, 2014.
2. СП 124.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. Тепловые сети. – М.: Госстрой, 2012.
3. Китаев, Д. Н. Вариантное проектирование систем теплоснабжения с учетом надежности тепловой сети / Д. Н. Китаев. – Текст :

непосредственный // Молодой ученый. – 2010. – № 7 (18). – С. 46-48. – URL: <https://moluch.ru/archive/18/1836/> (дата обращения: 19.05.2022).

4. Ионин, А.А. Надежность систем тепловых сетей. – М.: Стройиздат, 1989.

5. Справочник проектировщика «Проектирование тепловых сетей» / под редакцией А.А. Николаева. – М., 2007.

6. Проектирование тепловых сетей микрорайона города с учетом требований надежности / А.В. Мишин, О.В. Свищев, Н.В. Колосова (научный руководитель); Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. – Воронеж. URL: <https://files.scienceforum.ru/pdf/2013/8000.pdf> (дата обращения: 19.05.2022).

Сведения об авторах (information about the authors):

Щенникова Татьяна Владимировна, старший преподаватель кафедры Теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия. e-mail shchenn@mail.ru

Кирисов Дмитрий Евгеньевич, студент гр. С-11-19 ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия. e-mail dkirisov@mail.ru

Shchennikova Tatiana Vladimirovna, senior Lecturer of the Department of Heat engineering and hydraulics Chuvash State University I.N. Ulyanova, Cheboksary, Russia. e-mail shchenn@mail.ru

Kirisov Dmitry Evgenievich, student of group C-11-19 Chuvash State University I.N. Ulyanova, Cheboksary, Russia. e-mail dkirisov@mail.ru

СЕКЦИЯ 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 628.16

ОЧИСТКА ПРИРОДНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ МЕТОДОМ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ

А.В. Бусарев
И.Г. Шешегова
В.О. Иванова

Казанский государственный
архитектурно-строительный университет
г. Казань, РФ

***Аннотация.** Статья посвящена вопросу очистки природных вод от нефтепродуктов с использованием мембранных разделителей. В статье представлены технологическая схема экспериментальной установки и анализ результатов исследований очистки воды от нефтепродуктов ультрафильтрацией.*

***Ключевые слова:** очистка природных вод от нефтепродуктов, мембранные разделители, ультрафильтрация, ультрафильтрационные мембраны.*

WATER PURIFICATION FROM PETROLEUM PRODUCTS BY ULTRAFILTRATION METHOD

***Abstract.** The article is devoted to the issue of purification of natural waters from oil products using membrane separators. The article presents the technological scheme of the experimental installation and analysis of the results of studies of water purification from oil products by ultrafiltration.*

***Keywords:** purification of natural waters from oil products, membrane separators, ultrafiltration, ultrafiltration membranes.*

Нефтепродукты попадают в источники водоснабжения в результате антропогенного воздействия – в процессе добычи и первичной переработке нефти на нефтепромыслах, вместе со сточными водами промышленных предприятий и поверхностными стоками (дождевыми и талыми), в результате эксплуатации речных и

морских судов [1]. Поэтому последние годы все острее встает проблема очистки природных вод от нефтепродуктов.

На кафедре Водоснабжения и водоотведения Казанского государственного архитектурно-строительного университета (КГАСУ) последние годы ведутся исследования в области очистки природных вод от нефтепродуктов различными методами [2-5].

С целью исследования процессов очистки природной воды от нефтепродуктов методом ультрафильтрации проводились экспериментальные исследования с применением мембран различных марок: AP-2,0H (Россия г. Кириши), X-FLOW Aquaflex 20 (США, фирма Pentair) и dizzer Puozi-1,8 (ФРГ, форма Inge GmbH). Исследования проводились на экспериментальной установке, схема которой представлена на Рисунок 1. Принцип работы установки и методы проведения исследований описаны в работе [6]. Результаты исследований представлены в табл. 1.

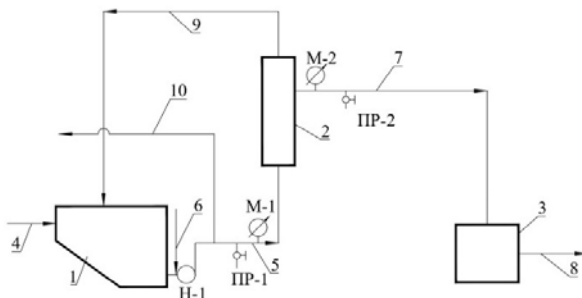


Рисунок 1 – Технологическая схема экспериментальной установки

- 1 – резервуар исходной воды, 2 – модуль мембранного разделения,
- 3 – резервуар очищенной воды, 4 – подача исходной воды,
- 5 – подача нефтесодержащей воды на очистку, 6 – подача нефтепродуктов,
- 7 – очищенная вода, 8 – отвода воды в канализацию,
- 9 – отвод концентрата, 10 – отвода нефтесодержащей воды на утилизацию,
- Н-1 – насос, М-1 и М-2 – манометры, ПР-1 и ПР-2 – пробопотборники.

Анализ результатов исследований показал:

1. Эффективность очистки воды от нефтепродуктов для мембранных модулей типа AP-2,0H составила 70-73%, для модулей типа X-FLOW Aquaflex – 89-92%, а для модулей типа dizzer – 80-80%.

2. Увеличение давления на входе в мембранные модули не влияет на эффективность их работы, но ведет к росту их производительности.

3. Рост концентрации нефтепродуктов в исходной воде практически не влияет на эффективность работы мембранных разделителей.

Таблица 1

Результаты исследований

Тип мембранных модулей	Поверхность фильтрации, м ²	Давление, МПа		Температура воды, °С
		на входе в мембранный разделитель	в системе отвода фильтрата	
1	2	3	4	5
AP-2,0H (Россия г. Кириши)	2	0,1	0,06	19,9
		0,1	0,04	
		0,1	0,05	
		0,15	0,1	20,1
		0,15	0,1	
		0,15	0,09	
		0,2	0,15	20
		0,2	0,14	
		0,2	0,14	
X-FLOW Aquaflex 20 (США, фирма Pentair)	20	0,2	0,23	20,2
		0,2	0,22	
		0,2	0,22	
		0,25	0,18	20,1
		0,25	0,18	
		0,25	0,17	
		0,3	0,24	19,9
		0,3	0,23	
		0,3	0,23	
dizzer Puozzi-1,8 (ФРГ, форма Inge GmbH)	1,8	0,1	0,05	19,8
		0,1	0,05	
		0,1	0,04	
		0,15	0,08	20
		0,15	0,07	
		0,15	0,08	
		0,2	0,13	20,1
		0,2	0,12	
		0,2	0,12	

Продолжение таблицы 1

Производи- тельность разделителя по фильтрату, м ³ /ч	Концентра- ция взвеси в исходной воде, мг/л	Концентрация нефтепродуктов, мг/л		Эффектив- ность очистки, %
		в исходной воде	в очищенной воде	
6	7	8	9	10
0,13	1,21	1,11	0,32	71
0,14	1,3	2,05	0,61	70
0,13	1,33	2,93	0,89	70
0,2	1,41	0,88	0,25	72
0,19	1,38	1,82	0,54	70
0,18	1,34	3,1	0,9	71
0,26	1,38	0,94	0,26	72
0,26	1,4	2,16	0,58	73
0,25	1,35	2,87	0,77	73
12,74	1,47	1,06	0,11	90
12,81	1,32	1,92	0,21	89
12,63	1,28	3,21	0,29	91
15,32	1,52	0,96	0,1	90
15,25	1,36	1,85	0,17	91
15,4	1,43	2,79		90
17,83	1,41	1,17	0,09	92
17,72	1,32	2,2	0,18	92
17,7	1,48	3,05	0,27	91
0,1	1,44	1,1	0,2	82
0,09	1,25	1,99	0,39	80
0,1	1,53	3,24	0,61	81
0,12	1,5	0,91	0,17	81
0,12	1,47	2,06	0,37	82
0,11	1,39	3,1	0,63	80
0,17	1,24	1,13	0,2	82
0,17	1,46	2,14	0,36	83
0,16	1,38	2,92	0,53	82

Список литературы / References

1. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Иванова В.О. К вопросу очистки природных вод от нефтепродуктов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы IX Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2020. – С. 64-67.
2. Адельшин А. Б., Бусарев А. В., Селюгин А. С., Гареев Б. М., Манвелян Ш. Г. Исследование процессов очистки поверхностных стоков // Вода: химия и экология. – 2014. – № 8. – С. 113–117.
3. Гареев Б.М., Бусарев А.В., Селюгин А.С., Каюмов Ф.Ф. Глубокая очистка сточных вод от мойки легковых автомобилей с применением адсорбционных фильтров: материалы X международной конференции «Эффективные исследования современности», №10. – М.: Евразийское научное объединение, 2015. – С.48-49.
4. Бусарев А.В., Селюгин А.С., Ягин Я.В. Исследование процессов очистки нефтесодержащих стоков машиностроительных предприятий с применением напорных гидроциклонов // Международный журнал прикладных фундаментальных исследований. – 2017. – №8. – С. 190-194.
5. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Ефремова Р.Ю. К вопросу удаления из природных вод нефтепродуктов методом сорбции // Известия КГАСУ. – 2019. – №4 (50). – С.313-319.
6. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Иванова В.О. Исследования по очистке воды от нефтепродуктов в мембранных разделителях // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XI Национальной конференции с международным участием. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021. – С. 16-19.

Сведения об авторах (information about the authors):

Бусарев Андрей Валерьевич – к.т.н., доцент. E-mail: reder1@myrambler.ru

Шешегова Ирина Геннадьевна – ст. преподаватель. E-mail: ig-7@mail.ru

Иванова Влада Олеговна – студент. E-mail: ivanova_vlada14@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Busarev Andrey Valerevich – candidate of the technical sciences, assistant professor

Sheshegova Irina Gennadiyevna – senior lecturer

Ivanova Vlada Olegovna – student

Kazan State University of Architecture and Engineering

УДК 628.169.2:628.193

ОПЫТ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ НА ПРИМЕРЕ п. СЕВЕРНЫЙ ЗАВОЛЖСКОЙ ЧАСТИ г. ЧЕБОКСАРЫ

А.В. Соловьева

В.С. Васильев

Акционерное Общество «Водоканал»
г. Чебоксары

***Аннотация.** В статье обзорно приведены проблемы очистки сточных вод малых населенных пунктов России. Описан опыт решения вопроса очистки сточных вод на примере работы АО «Водоканал» г. Чебоксары. Приведен пример внедрения современных технологий с отечественных материалов и реагентов.*

***Ключевые слова:** водопользование, очистные сооружения сточных вод, современные технологии*

THE EXPERIENCE OF SOLVING THE PROBLEM OF WASTEWATER TREATMENT OF SMALL SETTLEMENTS ON THE EXAMPLE OF THE VILLAGE OF SEVERNY ZAVOLZHSKY PART OF CHEBOKSARY

***Abstract.** The article reviews the problems of wastewater treatment of small settlements in Russia. The experience of solving the issue of wastewater treatment is described on the example of the work of JSC Vodokanal Cheboksary. An example of the introduction of modern technologies with domestic materials and reagents is given.*

***Keywords:** water use, water purification stations, modern technologies*

Состояние инфраструктуры канализования в сельской местности в настоящее время в большинстве случаев ниже всякой критики: повсеместно функционирует множество малых населенных пунктов, отдаленных от централизованных систем водоотведения, в которых сточные воды сбрасываются без какой-либо очистки прямо на рельеф местности или в ближайший водный объект, либо их очистка происходит на очистных сооружениях-септиках, поглощающих колодцах, траншеях, биопрудах и т.п. В среднем за год в

Российской Федерации сброс сточных вод в поверхностные водные объекты составляет 55000 млн. м³, из них загрязненные сточные воды составляют 35-37%, в том числе без какой-либо очистки 20-21% [1, 2].

В последние годы наблюдается законодательное ужесточение требований к сбросу сточных вод в водоемы, тогда как действующие очистные сооружения не могут обеспечить требуемую степень очистки: концентрации загрязняющих веществ в сточных водах на выпусках в водоемы многократно превышают установленные предельно допустимые концентрации одновременно по нескольким показателям: БПК, содержание взвешенных веществ, концентрации соединений азота и фосфора и др.

В связи с этим проблема очистки сточных вод малонаселенных мест и отдельно расположенных объектов, совершенствование технологии очистки бытовых сточных вод с небольшими расходами является весьма актуальными.

Система водоотведения малых населенных пунктов характеризуется значительной суточной неравномерностью поступления стоков, залповыми выбросами загрязняющих веществ, что обусловлено характером деятельности абонентов – потребителей воды, спецификой химического и биохимического состава.

На основании накопленной информации о составе хозяйственно-бытовых сточных вод малых населенных пунктов выявлены лимитирующие показатели, ограничивающие использование того или иного метода очистки: взвешенные вещества, ХПК, БПК, соотношение БПК/ХПК, наличие ионов тяжелых металлов, нефтепродуктов, ПАВ, хлорид-ионы, эмульгированные вещества (жиры) [3, 4].

В этой связи при выборе технологий очистки сточных вод малых населенных пунктов и оценке эффективности эксплуатирующихся очистных сооружений актуален методологический подход выбора приоритетных технологий, учитывающий особенности эколого-экономических, климатических характеристик населенных пунктов [5].

Грамотным подходом к решению подобной проблемы на перспективу служит опыт работы АО «Водоканал» г. Чебоксары.

Вышеописанные проблемы характерны для водоотведения п. Северный Заволжской части города Чебоксары.

До 2017 года сточные воды п. Северный отводились в водосборное устройство – железобетонный резервуар – двухкамерный септик и далее сбрасывались без очистки в водный объект-приток р. Шум. В период с 2017 по 2020 год для предотвращения загрязнения водных ресурсов специалистами АО «Водоканал» был организован вывоз сточных вод из септика ассенизационной машиной на очистку на биологических очистных сооружениях п. Сосновка. Одновременно с этим велись работы по замене сетей канализации поселка и подбору оборудования обеспечивающего нормативную очистку сточных вод поселка.

Принимая во внимание удаленность поселка от городской черты, низкие климатические температуры в холодный период года, близость жилых домов к площадке размещения очистных сооружений, особенность песчаных грунтов, сжатые сроки выполнения мероприятий по очистке сточных вод в рамках выполнения Инвестиционной программы Общества специалистами были выделены фундаментальные критерии выбора оборудования по очистке сточных вод:

- обеспечение нормативных требований очищенных сточных вод, предъявляемых к сбросу воды в водоем рыбохозяйственного назначения при высокой степени загрязненности и неравномерности поступающего стока;

- блочно-модульное исполнение очистных сооружений, позволяющего увеличить производительность очистных сооружений на перспективу развития населенного пункта;

- с учетом отсутствия квалифицированного персонала для обслуживания очистных сооружений необходимо обеспечение максимальной степени автоматизации системы очистки;

- площадь земельного участка для размещения полного комплекса очистки не должна превышать 5000 м².

- минимизация эксплуатационных затрат и затрат на приобретение оборудования.

В результате методичной оценки предлагаемого рынком производителей оборудования в течение 2019-2021г.г. совместно с компанией ООО «Зольт-Гидротехника» специалисты АО «Водоканал» обеспечили ввод в эксплуатацию комплекса очистных сооружений п. Северный производительностью 75 м³/сутки, производства компании НПО «Агростройсервис» г. Дзержинск.



Рисунок 1 – Биологические очистные сооружения
п. Северный Заволжской части г. Чебоксары

Очистные сооружения серии «БИОТОК К» представляют собой блочную установку контейнерного исполнения, состоящую из двух контейнеров заводского изготовления объединенных в единое 2-х этажное сооружение габаритными размерами 11 х 3 х 5,5м с установленным внутри технологическим оборудованием, и предназначены для биологической очистки хозяйственно-бытовых и близких к ним по составу сточных вод. Производительность контейнерных очистных сооружений этой серии может варьироваться от 10 до 700 м³/сут. Путем установки дополнительных линий очистки, что позволяет решить задачи различной степени сложности.

Блок биологической очистки смонтирован в наземном исполнении. Фундаментом сооружений служит железобетонная плита. Подводящие и отводящие технологические трубопроводы и коммуникации монтируются на строительной площадке после установки контейнера на фундамент. Монтажные узлы трубопроводов внутренней обвязки поставляются в заводской комплектации. Усреднитель, канализационная насосная станция и контактный резервуар выполнены в горизонтальном заглубленном исполнении в стеклопластиковом корпусе.

Процесс очистки сточных вод состоит из следующих стадий:

1. Усреднение сточных вод по объему и составу в усреднителе.
2. Удаление мусора и крупных бытовых отбросов на механической решетке-дробилке блока биологической очистки.
3. I стадия биологической очистки сточных вод – денитрификация (восстановление азота, нитратов до газообразного) в присутствии активного ила в анаэробных условиях (минимальное содержание или полное отсутствие кислорода).

4. II стадия биологической очистки сточных вод – окисление органических загрязнений активным илом в условиях насыщения кислородом воздуха.

5. III стадия биологической очистки сточных вод – доочистка от органических загрязнений активным илом, иммобилизованным на блоках технологической загрузки ББЗ.

6. Обработка биологически очищенных сточных вод раствором коагулянта (для перевода фосфатов в нерастворимое состояние).

7. Обработка биологически очищенных сточных вод раствором флокулянта (для укрупнения частиц активного ила и загрязнений, находящихся во взвешенном состоянии).

8. I ступень доочистки – отделение активного ила и взвешенных веществ на тонкослойных модулях.

9. II ступень доочистки – отделение активного ила и взвешенных веществ на фильтрах с зернистой загрузкой.

10. Обеззараживание очищенных сточных вод в контактном резервуаре с помощью гипохлорита натрия.

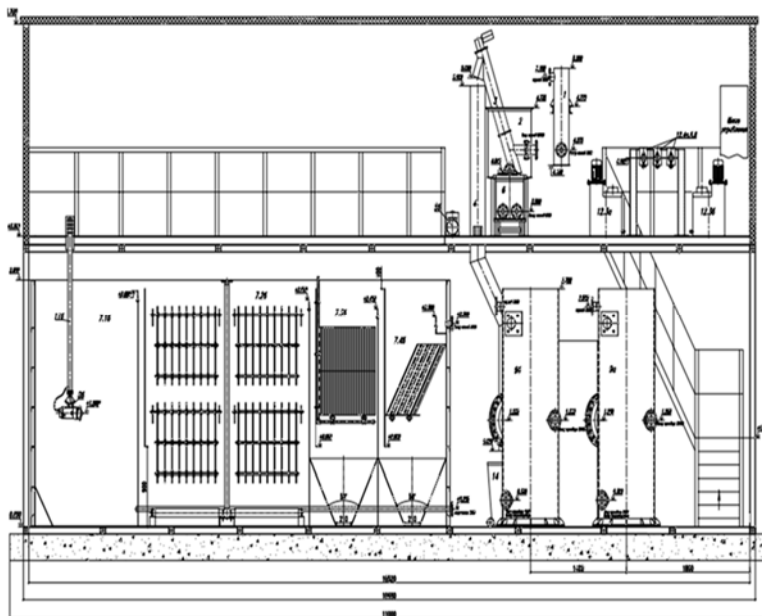


Рисунок 2 – Схема технологической линии очистки сточных вод БОС п. Северный Заволжской части г. Чебоксары

Таблица 1

Параметры загрязнения сточных вод до и после очистки

Наименование загрязняющего вещества	Концентрация загрязняющих веществ, мг/дм ³		ПДК _{рыбхоз.}
	До очистки	После очистки	
БПК ₅	364,00	2,00	2,0
ХПК	1096,00	30,00	-
Взвешенные вещества	381,00	31,00	+0,5(0,25) к фону
Хлорид-ион	117	98	300,0
Сульфат-ион	64	63	100,0
Минеральный состав	636,00	467,00	1000,0
Нефтепродукты	43,80	0,031	0,05
Нитрит-ион	0,032	0,074	0,08
Нитрат-ион	0,39	2,70	40,0
Фосфат-ион (по Р)	24,00	0,20	0,20
Аммоний -ион	104,00	0,22	0,5
АСПАВ	3,70	0,140	0,1

Очищенные сточные воды отводятся в водный объект – приток р. Шум.

Для предотвращения промерзания оборудования и снижения температуры сточных вод в холодное время года температура в блоке очистки поддержания приточной установкой Airmate-849 с электрическим воздухонагревателем и электрическим конвектором в брызгозащищенном исполнении.

Очистные сооружения работают по единому алгоритму в автоматическом и ручном режимах. Система диспетчеризации очистных сооружений постоянно отслеживает работу оборудования и сооружений и передает сигналы датчиков различного назначения на мнемосхему контролируемого объекта в центральную диспетчерскую службу АО «Водоканал».

Весь комплекс очистки, включая канализационную насосную станцию подачи вод на очистку, усреднитель, контактный резервуар расположены в границах одного земельного участка.

Параметры загрязнения сточных вод до и после очистки приведены в таблице 1.

Как видно из данных таблицы эффективность очистки по основным биогенным показателями составляет более 98%.

Приведенный пример деятельности предприятия жилищно-коммунального хозяйства позволяет сделать вывод, что методически грамотное решение технологических и экологических проблем в отрасли возможно и весьма эффективно путем методологического индивидуального подхода в совокупности с использованием комплексных программ развития систем коммунальной инфраструктуры.

Список литературы / References

1. Данилов-Данильян В.И. Точные измерения – условие реализации плана мероприятий года экологии-2017 / В. И. Данилов-Данильян, О.М. Розенталь // Законодательная и прикладная метрология. – 2017. – № 3. – С. 10-13.

2. Данилов-Данильян В.И., Болгов М.В. О водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года // Водные проблемы крупных речных бассейнов и пути их решения: сборник научных трудов. – Барнаул: ООО «Агентство рекламных технологий», 2009. – С. 61–80.

3. Смирнов Д.Н. Очистка сточных вод в процессах обработки. Водохозяйственный комплекс России: понятие, состояние, проблемы // Водные ресурсы. – 2010. – №5. – С. 617-632.

4. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М., Изд-во Ассоциации строительных вузов: уч. для вузов, 2006. – 704 с.

5. Разработка компактных сооружений физико-химической очистки сточных вод. Проекты развития инфраструктуры города // Инженерные системы городского хозяйства: новые территории и новые технологии: сб. научных трудов. – М.: Изд-во «Экспо-Медиа-Пресс», 2012. – Вып. 12

Сведения об авторах (information about the authors):

Соловьева Анна Владимировна, начальник экологического отдела АО «Водоканал», г. Чебоксары, Россия

E-mail: solovyeva@chvod.ru

Васильев Владимир Сергеевич, доцент, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Solovieva Anna Vladimirovna, head of the environmental department of Vodokanal JSC, Cheboksary, Russia

Vasiliev Vladimir Sergeevich, associate Professor, Candidate of Technical Sciences, FSBEI HE “Chuvash State University named after I.N. Ulyanov”, Cheboksary, Russia

УДК 504.3.054:334.012.64(045)

**РАСЧЕТ НОРМ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ
И ВЫБРОСОВ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ
В РАМКАХ СЕРТИФИКАЦИИ ИСО 14001
НА МАЛОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

**М.Г. Стафеева
Г.З. Самигуллина**

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

***Аннотация.** Автор статьи обращается к вопросу международной сертификации ИСО 14001 и производит расчет образования норм отходов, атмосферных загрязнений и выявляет значимые экологические аспекты.*

***Ключевые слова:** ИСО 14001, ИСО 14000, экологический менеджмент, загрязнение воздуха, загрязнение вод, образование отходов, экологические аспекты предприятия, наилучшие доступные технологии*

**CALCULATION OF WASTE GENERATION RATES
AND EMISSIONS OF ATMOSPHERIC POLLUTION
WITHIN THE FRAMEWORK OF ISO 14001
CERTIFICATION AT A SMALL ENTERPRISE**

***Annotation.** The author of the article addresses the issue of international ISO 14001 certification and calculates the formation of waste standards, atmospheric pollution and identifies significant environmental aspects.*

***Keywords:** ISO 14001, ISO 14000, environmental management, air pollution, water pollution, waste generation, environmental aspects of the enterprise, the best available technologies*

Внедрение экологической политики на предприятии значительно влияет на уровень и качество жизни всего человечества в целом. Если среда обитания более чистая в отношении загрязняющих веществ, то здоровье человека и живых существ на планете меньше подвержено негативному влиянию, а рациональное использование ресурсов планеты способствует гармоничному развитию экономики и социального благополучия цивилизации.

Стандарт международного уровня ISO 14001 является эталоном того «экологичного» производства, на которое ориентированы устойчиво развивающиеся организации для минимизации пагубного влияния на природную среду. Очевидно, что данный стандарт создан в качестве инструмента в помощь компаниям для разработки и внедрения системы менеджмента для таких задач, которые бы соответствовали главной цели – снижению антропогенной нагрузки на планету Земля.

Для прохождения сертификации международного уровня компания обязана предоставить определенный перечень документов и положений, характеризующих деятельность предприятия, чтобы комиссия изучила производственный объект и вынесла в итоге свое заключение [3].

Компания, сертифицированная данным стандартом, также получает и для себя дополнительные преимущества в виде сокращения репутационных и финансовых рисков в случае нарушений экологического законодательства, экономии ресурсов, рост конкурентоспособности, возможность получения дополнительных финансовых вложений, грантов для внедрения наилучших доступных технологий и преимущество при участии в тендерах [1].

Внедрение наилучших доступных технологий (НДТ) на предприятии необходимо для снижения антропогенного воздействия на окружающую среду. Создан перечень отраслей, где применимы новые технологии в соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 24.12.2014 N 2674-р «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий» [8]. В данный перечень, в том числе, внесено производство пищевой продукции.

Суть НДТ заключается в модернизации оборудования производства в природоохранных целях [6, 8].

Бельгийский институт «VITO» создал систему оценки внедряемых технологий для того, чтобы определить понятие НДТ. Данную модель возможно применять в условиях любого производства, она универсальна и отображена на рисунке 1. Этапы отнесения технологий к НДТ аналогичны бельгийской системе и содержат в себе ту же суть.

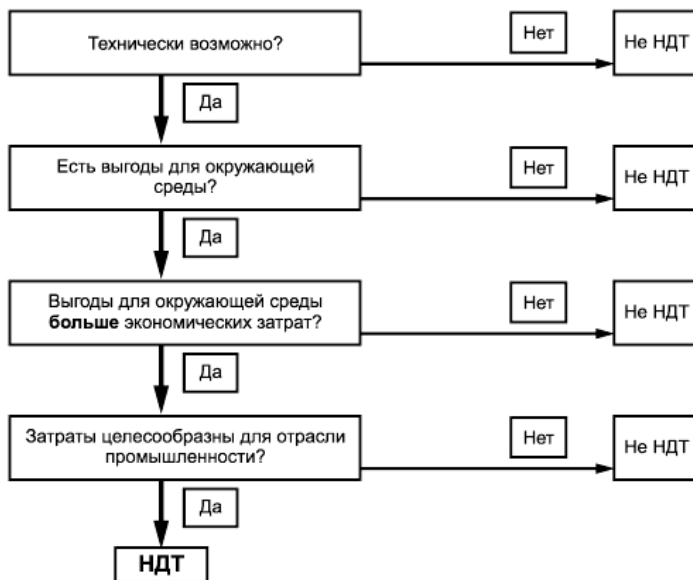


Рисунок 1 – Оценочная система НДТ

Исследуемое предприятие расположено в южной части города Ижевск по адресу ул. Салютовская, 31. Под торговой маркой "Kreda" компания выпускает комплексные пищевые добавки – красители. При производстве продукта компания выделяет для себя главные приоритеты – отличное качество, безопасность для здоровья людей и ориентированность на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Данные заявления обусловлены присвоением предприятию международного сертификата ISO 22000:2018 FoodSafetyManagementSystems в конце 2020 года, а уже летом 2021 года "Kreda" успешно прошла процедуру сертификации ЕС в городе Франкфурт. Данные документы дают право компании выходить на международный рынок и сотрудничать с новыми партнерами в сфере пищевой индустрии.

На предприятии образуются промышленные отходы в виде загрязненной пластиковой тары, пищевой пленки, бумаги и бумажной подложки с нанесением на нее силикона. Металл не используется в упаковке готового продукта и не закупается в виде сырья. Стекло запрещено в производстве пищевой промышленности, поэтому такой вид отхода не образуется. Если бумагу и пластик

компания передает на вторичную переработку, то для силиконовой подложки нет такой возможности, так как она не подлежит переработке. Но для такого случая найден выход. Работники компании собирают и измельчают подложку в шредере, а затем для увеличения амортизации складывают ее на дно коробок с товаром, которые потом идут заказчику. Также ранее компания платила штрафы за сброс смывов красок в общую канализацию. Теперь эта проблема решена, так как окрашенная вода собирается в отдельную тару по цветам и продается в качестве красителей для яиц.

Расчет годового норматива отходов исчисляется по материально-сырьевому балансу согласно Приказу Минприроды России от 07.12.2020 N 1021 "Об утверждении методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение" [5]:

$$H = \frac{O}{q}, \text{ кг (шт.) /ед}$$

где H – норматив образования отходов за год;

O – количество отходов в кг (штуках) за единицу времени, исходя из материально-сырьевого баланса;

q – объем продукции или проделанной работы за единицу времени.

В приложении 1 представлены исходные данные, полученные на предприятии, и результаты расчета норматива отходов.

Различные значения объема выпускаемой продукции обусловлены тем, что каждый вид продукции имеет свою упаковку, отличную от других. К тому же товары имеют различные варианты комплектации упаковки и различные виды и объемы сырья для их производства.

Компания к тому же сдает на переработку пластик (пленка, пластиковые банки, канистры), бумагу и картон. Среднемесячные данные приведены в таблице 1.

Уже в декабре 2021 года предприятие вернуло себе 19,37% затрат от закупки комплектующих и утилизации отходов (см. приложение 2).

Впервые в компании была проведена инвентаризация ИЗА. Всего на площадке компании располагаются 5 отделов: лаборатория, производственный цех, технический отдел, отделы продаж и маркетинга.

Таблица 1
Вторичная переработка отходов в компании ООО "Ялога-НТ"

Вид отхода	Масса образующихся отходов, кг	Масса отходов, идущая на вторичную переработку, кг
Пластиковая банка	3,09	-
Канистра 30 л	96	89,1
Канистра 10 л	40,8	2,4
Полиэтиленовая пленка, бутылка	199,11	47,82
Бумага	77,81	77,81
Сумма	416,81	217,13

На рисунке 2 представлен процент вторично перерабатываемых отходов от общего объема отходов, образующихся на предприятии по категориям.

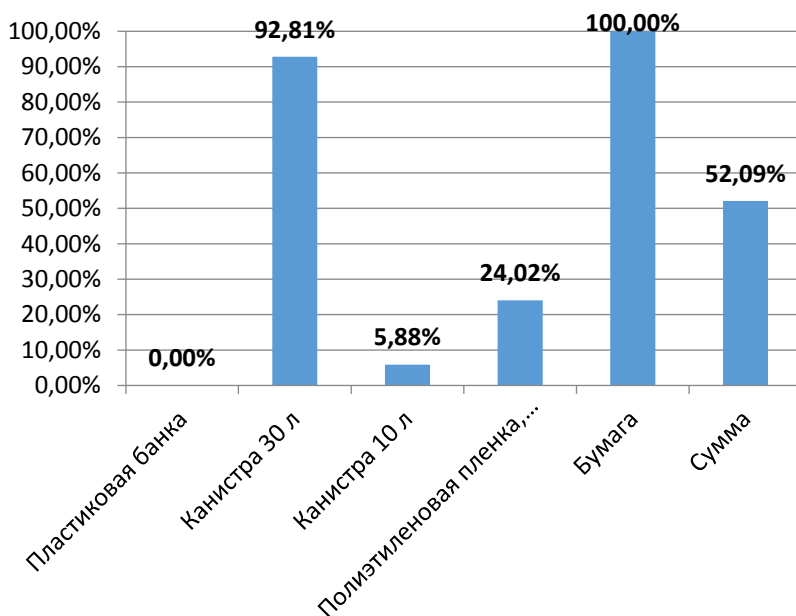


Рисунок 2 – Объем вторично перерабатываемых отходов в компании ООО "Ялога-НТ" в процентном значении

В лаборатории происходит создание и совершенствование пищевых красителей, их сертификация, проведение анализов для установления качества сырья, а также нормативно-техническое сопровождение. В данном отделе находится один источник выброса. Это вытяжной зонт, который подключен к системе общеобменной вентиляции, именуемый источником 0001 вентиляционного выхода В21. Вакуумный компрессор, работающий на моторном масле, установлен под вытяжным зонтом, который как раз таки и осуществляет подачу давления в роторный испаритель. Производительность системы принудительной вентиляции, через которую выделяются загрязняющие вещества, равна $350 \text{ м}^3/\text{ч}$ при времени работы в 8 часов в сутки, что равно 1976 часам в год. Выбросы осуществляются организованно через вентиляционный выход с инвентарным номером В21 высотой 14 м с диаметром выходного устья 0,3 м. Устройств по очистке газо-воздушной смеси не предусмотрено. В атмосферу выделяются Алканы C12-C19. Другие источники выбросов в лаборатории отсутствуют.

Пищевые красители производятся в цехе. В нем же и находится два вытяжных шкафа, которые присоединены к одному организованному источнику выбросов в атмосферу. Данный ИЗА обозначается источником 0002 вентиляционного выхода В22. В шкафах происходит отсыпка сырья для приготовления конечного продукта, производительность принудительной вентиляции равна $4300 \text{ м}^3/\text{ч}$ при времени работы в 3 часа в сутки, что равняется 741 часам в год. Выбросы осуществляются организованно через выход приточной вентиляционной системы с инвентарным номером В22, высотой 10 м с диаметром выходного устья 2,1 м. Газоочистные сооружения отсутствуют. В атмосферу поступают диоксид титана, дижелезотриоксид, взвешенные вещества, пыль крахмала и пыль сахара. Другие источники выбросов отсутствуют.

В техническом отделе происходит разработка новых инженерных решений, обслуживания оборудования и его ремонт. Задачей отдела продаж является реализация продукции и расширение рынка продажи пищевых добавок. Отдел маркетинга проводит анализ существующего рынка и конкурентов и маркетинговое сопровождение продукции. Источники выделения и выбросов загрязняющих веществ отсутствуют.

По итогу инвентаризации источников загрязнения атмосферы и загрязняющих веществ было выявлено три источника выделения и два источника выбросов, которые являются организованными. В атмосферу от предприятия поступает 6 загрязняющих веществ. На площадке объекта отсутствует газоочистное и пылеулавливающее оборудование.

Расчет выделений загрязняющих веществ производился по данным паспортов на оборудование и производительности вытяжной системы, в виду отсутствия методик по расчету выделений загрязняющих веществ от работы вакуумного компрессора и отсутствием возможности для отбора проб от ИЗА путем установки газоанализирующего оборудования:

$$M_{cp} = ПДК_{р.з.} \times Q_b \times 10^{-3} / 3600, \text{ г/с}$$

где, ПДК_{р.з.} – предельно-допустимая концентрация в рабочей зоне согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», мг/м³;

Q_b – производительность вытяжной системы, м³/час.

Перевод максимально-разового выброса в валовый (годовой) производился в соответствии с «Расчетная инструкция (методика). Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования для предприятий радиоэлектронного комплекса», СПб, 2006.

$$M_{год} = M_{cp} \times T \times 3600 \times 10^{-6}, \text{ т/год}$$

где, $M_{год}$ – годовой выброс вещества;

T – часы работы в год оборудования, час/год;

M_{cp} – средний выброс загрязняющего вещества, г/с.

Результаты расчета представлены в таблице 2.

Расчет максимальной концентрации загрязнений (M_{max}) производился в программе «ОНД-86 Калькулятор». Исходя из данных, можно прийти к выводу, что загрязнение не превышает допустимого значения.

Процесс идентификации и оценки значимости экологических аспектов разработан в соответствии с п. 6.1.2 ГОСТ Р ИСО 14001.

Таблица 2

Результаты расчета загрязняющих веществ

Код	Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Qb, м ³ /час	Т, час/ год	М _{ср} , г/с	М _{год} , т/год	М _{max} , мг/м ³
<i>Источник 0001 (Центральная лаборатория)</i>								
2754	Алканы C12- C19	1	4	350	1976	0,0000972	0,000692	0,0001
<i>Источник 0002 (Цех)</i>								
118	Титан диоксид	0,5	0	4300	741	0,000597	0,00159	0,0014
123	Дижелезо триоксид	0,04	3	4300	741	0,0000478	0,000127	0,0014
2902	Взвешенные вещества	0,15	3	4300	741	0,000179	0,000478	0,0014
2966	Пыль крахмала	0,15	4	4300	741	0,000179	0,000478	0,0014
2973	Пыль сахара	0,1	0	4300	741	0,000119	0,000319	0,0014

Суть процедуры заключается в выявлении наиболее значимых аспектов влияния предприятия на окружающую среду, которыми компания может управлять и оказывать влияние на них. Идентификация проводится 1 раз в год (в первом квартале). Суть данной процедуры заключается в определении всех (основных и вспомогательных) видов деятельности, влияющих на окружающую среду, в анализе документации, характеризующей экологические аспекты, в визуальном осмотре объекта и опроса персонала, в установлении экологических аспектов.

Результатом оценки служит реестр экологических аспектов каждого из подразделений. Данные о центральной лаборатории отсутствуют в виду того, что там не имеется значимых экологических аспектов.

Обобщая информацию об экологических аспектах, в таблице 3 приведен реестр значимых аспектов предприятия.

Таблица 3

Реестр значимых экологических аспектов ООО «ЯЛОГА-НТ»

№ п/п	Подразделение предприятия	Операция (процесс)	Экологический аспект	Показатель воздействия ЭА
1	Офис	Деятельность сотрудников	Отходы	11
2	Технический отдел	Производственный процесс	Отходы	11
3	Технический отдел	Хранение ГСМ	-	11
4	Производственный цех	Пожар в подразделении	Выбросы в АВ	11

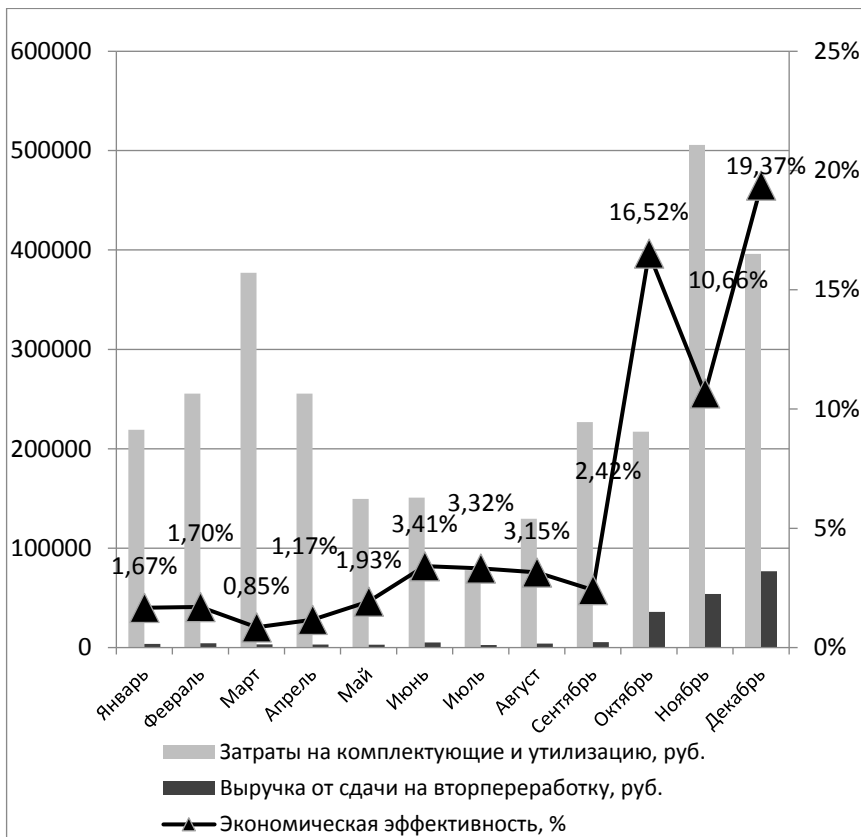


Рисунок 3 – Экономическая эффективность от вторичной переработки отходов, 2021 г.

Таблица 4

Результаты инвентаризации отходов

N п/п	Наименование вида отходов	Код ФККО	Класс опасности	О		q		Н, кг (шт.)/ед.		
				кг/год	шт./год	чел./год	кг/год	шт./чел.	кг/кг	кг/чел.
1	Светодиодные лампы, утратившие потребительские свойства	48241501524	4	-	28	30	-	0,93	-	-
2	Обрезки и обрывки смешанных тканей	30311109235	4	-	17	17	-	1	-	-
3	Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства	40512202605	5	575	-	30	-	-	-	19,17
4	Отходы бумаги с клеевым слоем (бумага с пропиткой)	40529002294	4	4523,8	-	-	37698,3	-	0,12	-
5	Отходы упаковочного гофрокартона незагрязненные	40518401605	5	933,7	-	-	233425	-	0,004	-
6	Отходы полиэтиленовой тары незагрязненной	43411004515	5	3553,04	-	-	273310,8	-	0,013	-
7	Отходы полиэтилена в виде пленки и пакетов при изготовлении упаковки из него	33521112294	4	534,96	-	-	267480	-	0,002	-
8	Тара полиэтиленовая, загрязненная пищевыми продуктами	43811801515	5	11989,6	-	-	37467,5	-	0,32	-
9	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	73310001724	4	831	-	30	-	-	-	27,3

Подводя к итогу, хочется выявить следующие моменты:

1. Анализ нормативно-правовой базы показал, что ключевым документом сертификации является ГОСТ Р ИСО 14001-2016. Системы экологического менеджмента.

2. Проведена инвентаризация и установлен годовой норматив образования отходов на предприятии ООО «Ялога-НТ». Произведен расчет экономической эффективности от вторичной переработки отходов (значение приблизилось к 20% прибыли от расходов на сырье).

3. Произведена инвентаризация источников атмосферного загрязнения, количество выбросов не превышает допустимого.

4. Выявлены значимые экологические аспекты в ходе сертификации – значительное образование отходов, потенциальная опасность от хранения ГСМ, в случае пожарной опасности не установлены нормативные требования.

Список литературы / References

1. ГОСТ Р 56828.32-2017: Наилучшие доступные технологии.
2. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – СПб.: НИИ Атмосфера, 2012.

3. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 14001-2016 "Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению" (утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 апреля 2016 г. N 285-ст).

4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 11 августа 2020 г. № 581 "Об утверждении методики разработки (расчета) и установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух".

5. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 7 декабря 2020 г. N 1021 "Об утверждении методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение".

6. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 23 августа 2019 года N 3134 «Об утверждении методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии».

7. Программа "ОНД-86 Калькулятор" (версия 1.0) предназначена для оценочного расчета полей концентраций вредных веществ в атмосфере без учета влияния застройки (в соответствии с ОНД – 86 для точечных источников).

8. Распоряжение Правительства РФ от 24.12.2014 N 2674-р (ред. от 01.11.2021) «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий».

9. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ (последняя редакция).

10. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".

11. Самигуллина Г.З., Сайтиев К.В., Волкова Т.Н. Переработка непищевого сырья и защита окружающей среды // Менеджмент безопасности жизнедеятельности: перспективы развития и проблемы преподавания : сборник материалов II открытой Республиканской научно-практической конференции. – 2021. – С. 81-84.

Сведения об авторах (information about the authors):

Самигуллина Г.З., доцент кафедры Инженерной защиты окружающей среды Института гражданской защиты ФГ БОУ ВО «Удмуртский госуниверситет», Ижевск, e-mail: gyzals@mail.ru

Стафеева М.Г., магистрант Института гражданской защиты ФГБОУ ВО «Удмуртский госуниверситет», Ижевск.

G.Z. Samigullina, associate Professor of the Department of environmental Engineering of the Institute of civil protection FG BOU VO «Udmurt State University», Izhevsk, e-mail: gyzals@mail.ru

Stafeeva M.G graduate Student of the Institute of civil protection FG BOU VO «Udmurt State University», Izhevsk

СЕКЦИЯ 3. ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 62

ТЕПЛОВАЯ СХЕМА ОТОПИТЕЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ ОДНОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА

*А.А. Васильева
В.И. Яшкова
Н.А. Федорова*

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

***Аннотация.** В статье авторами исследуется система отопления в трехэтажном жилом доме. Решается вопрос расчета и подбора насоса, подбирается узел для теплого пола. Определяется необходимость установки гидравлического разделителя.*

***Ключевые слова:** система отопления, насос, теплый пол, гидравлический разделитель.*

THERMAL SCHEME OF THE HEATING BOILER ROOM OF A SINGLE-APARTMENT RESIDENTIAL BUILDING

***Abstract.** In the article, the authors explore the heating system in a three-storey residential building. The issue of calculation and selection of the pump is being solved, a node for underfloor heating is being selected. The necessity of installing a hydraulic separator is determined.*

***Keywords:** heating system, underfloor heating, hydraulic separator*

Введение

Нам был представлен трехэтажный жилой дом с цокольным этажом, в котором смонтирована система отопления. Высота каждого из этажей 3,2 м, общая площадь равна 140 м², всего 4 спальные комнаты.

В данном доме имеются два котла, со встроенным в них насосом, которые оснащают теплом систему горячего водоснабжения и отопительную систему. Отопительная систем имеет несколько контуров: теплый пол, два контура на правый и левый фасады здания, так же есть отдельные стояки для бассейна и гаража.

Нам были поставлены следующие задачи:

1. Подобрать насосы на каждый стояк системы отопления.
2. Подобрать узел для теплого пола
3. И определить, нужен ли в системе гидравлический разделитель?

Материал и методы исследований

Для того, чтобы подобрать насосы, необходимо знать расход и напор на участках.

По удельным тепловым характеристикам определяем тепловую нагрузку (количество тепла на 1 м^2) [1].

Определяем расход воды на каждый стояк.

Температурный режим теплоносителя: 85-60°C

Ст. 1:

$$Q=14700\text{Вт.}$$

$$G = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} = \frac{14700}{4200 \cdot 25} = 0,14 \text{ л/с} = 0,53 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Ст. 2:

$$Q=8850\text{Вт.}$$

$$G = 0,08 \text{ л/с} = 0,32 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Гараж:

$$Q=3500\text{Вт.}$$

$$G = 0,03 \text{ л/с} = 0,12 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Бассейн:

$$Q=17800\text{Вт.}$$

$$G = 0,17 \text{ л/с} = 0,61 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

$$\Delta P = \Delta P_{\text{уд.}} \cdot l$$

Зная расход и диаметр трубопровода, по номограмме определяем потери давления.

Диаметр трубопровода=20мм.

Ст. 1:

$$\Delta P = 0,9 \cdot 9,6 = 8,64 \text{ кПа} = 0,8 \text{ м вод. ст.}$$

Ст. 2:

$$\Delta P = 2,88 \text{ кПа} = 0,3 \text{ м вод. ст.}$$

Гараж:

$$\Delta P = 0,223 \text{ кПа} = 0,02 \text{ м вод. ст.}$$

Бассейн:

$$\Delta P = 32,32 \text{ кПа} = 3,2 \text{ м вод. ст.}$$

По вычисленным характеристикам, подбираем насосы фирмы GRUNDFOS:

Для Ст.1 и Ст. 2 насосы модели UPS 25/60, для контура гаража UPS 25/40 и для Бассейна UPS 25/80.

Расходы и напоры небольшие, на первой скорости насосы обеспечат хорошее движение теплоносителя.

1. Подбираем узел теплового пола, при котором происходит смешивание горячей воды с холодной для поддержания нормативной температуры теплового пола. В нашем случае температура в системе теплового пола была задана = 45 °С.

Из каталога Valtec выбрали, подходящий нам узел. На Рисунке 1 представлен узел теплового пола. Узел подбирается в зависимости от тепловой мощности. Он состоит из циркулирующего насоса, трехходового крана, терморегуляционного датчика и обратного клапана.

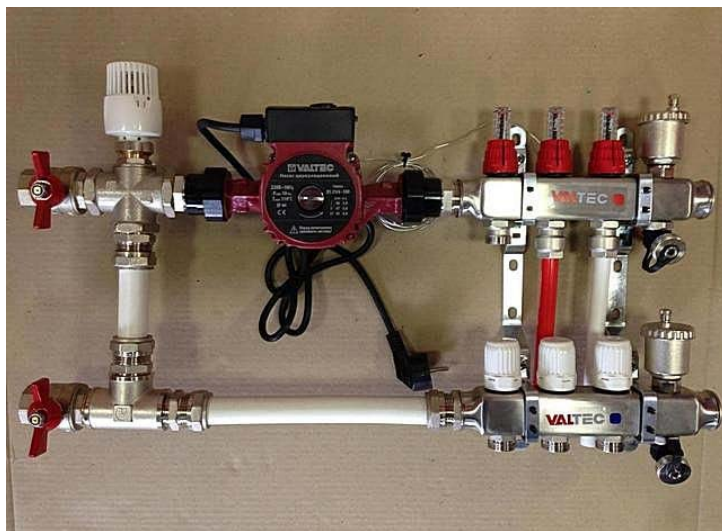


Рисунок 1. Узел теплового пола

Принимаем, схему с гидравлическим разделителем. В жилом доме в котельной имеется два котла фирмы BAXISLIM 2.300Fi, тепловой мощностью 29,8кВт. В данной системе мы можем столкнуться со следующими проблемами:

- Насосы могут не обеспечить необходимую производительность. Это особенно относится к маломощным насосам, которые должны расходовать много энергии для преодоления влияния насосов большей мощности.

- Насосы могут выйти из строя (влияние дополнительных контуров может заставить насосы работать в неоптимальном или нештатном режиме).

- Система отопления работает большую часть времени в условиях, далеких от оптимальных, а не в тех, на которые она была рассчитана при проектировании.

- Радиаторы могут нагреваться даже при остановленных насосах (из-за паразитных течений, создаваемых другими работающими насосами).

Результаты и проблематика

Избежать всех вышеперечисленных проблем и обеспечить устойчивую работу системы поможет применение такого простого элемента, как гидравлический разделитель. Иногда его также называют гидравлической стрелкой. Устанавливается он после котлов.

На Рисунке 2 представлены функциональные схемы гидравлического разделителя.

Как работает гидравлический разделитель.

Функцией гидравлического разделителя, как следует из его названия, является отделение первичного (котлового) контура от вторичного (отопительного). При использовании гидравлического разделителя давление ΔP между коллекторами подачи и возврата близко к нулю. Давление ΔP определяется гидравлическим сопротивлением разделителя, которое незначительно. Кроме того, это значение является постоянной величиной, не зависящей от количества одновременно работающих насосов во вторичном контуре.

Применение гидравлического разделителя настоятельно рекомендуется, если без разделителя перепад давления между коллекторами $\Delta P > 0,4$ метров водяного столба.

Внутри гидравлического разделителя может происходить перемешивание входящей и возвратной воды, и он может работать в трех режимах.

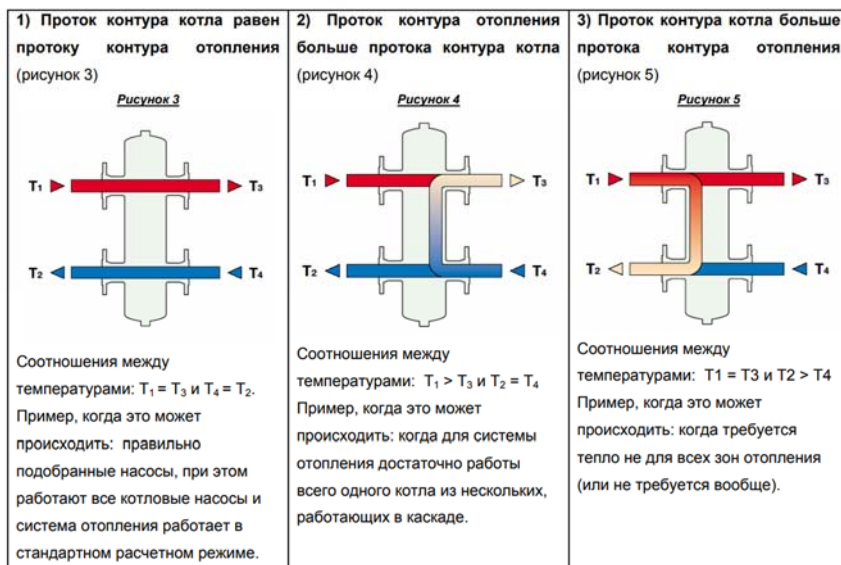


Рисунок 2. Схемы работы гидравлического разделителя

Расчет ГР:

Единственный размер, который необходимо определить при подборе разделителя – это диаметр разделителя (или диаметр подводящих патрубков). Гидравлический разделитель подбирается, исходя из максимально возможного протока воды в системе (куб. м/час) и обеспечения минимальной скорости воды в разделителе и в подводящих патрубках. Рекомендуемая максимальная скорость движения воды через поперечное сечение гидравлического разделителя составляет примерно 0,2 м/сек.

Используемые математические обозначения:

D – диаметр гидравлического разделителя, мм;

d – диаметр подводящих патрубков, мм;

G – максимальный проток воды через разделитель, куб. м/час;

w – максимальная скорость движения воды через поперечное сечение гидравлического разделителя, м/сек (ориентировочное значение составляет примерно 0,2 м/сек);

c – теплоемкость теплоносителя, в данном примере – теплоемкость воды (константа);

P – максимальная мощность устанавливаемого котельного оборудования, кВт;

ΔT – задаваемая разность температур между подачей и возвратом системы отопления, °C (принимается равной примерно 10°C).

Зависимость диаметра гидравлического разделителя от максимального протока воды в системе.

$$D = 3 \times d = 1000 \times \sqrt{\frac{4 \times G}{\pi \times 3600 \times w}} ; \text{ или } D = 3 \times d = 18.8 \times \sqrt{\frac{G}{w}}$$

Максимальный расход воды, при $\Delta t = 10^\circ\text{C}$, $G = 9,49 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$$D = 1000 \sqrt{\frac{4 \times 9,49}{\pi \cdot 3600 \cdot 0,2}} = 0,129 \text{ м} = 129 \text{ мм}$$

$$D = 18,8 \sqrt{\frac{9,49}{0,2}} = 0,129 \text{ м} = 129 \text{ мм}$$

$$d = 43 \text{ мм}$$

Принимаем гидравлический разделитель с размерами (рисунок 3).

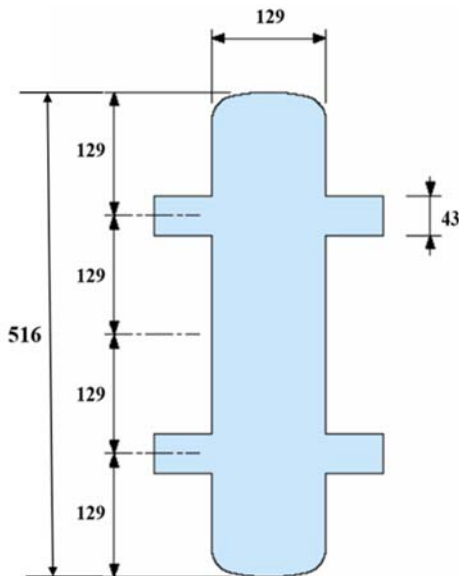


Рисунок 3 – Размеры гидравлического разделителя

Заключение (conclusion):

Целью нашего исследования было: расчет и подбор насосов, узла теплого пола и гидравлического разделителя для системы отопления трехэтажного жилого дома. Все, подобранные нами оборудование готовы к эксплуатации.

Список литературы / References

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.
2. СП 55.13330.2016 Дома жилые одноквартирные
3. Каталог насосов GRUNFOS (URL: databooklet-tochka-prodazh-91830086-web.pdf)
4. Газовые напольные котлы с чугунным теплообменником, встроенным бойлером, закрытой камерой сгорания и электронной модуляцией пламени. BAXI SLIM 2.300 Fi file:///C:/Users/Валерия/Downloads/fc2170c31f2fa11919ab83c185b32c60.pdf
5. URL: gidravlicheskiy-razdelitel.pdf

Сведения об авторах (information about the authors):

Васильева А., Яшкова В., студенты «Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова»

Федоров Николай Анфимович. Старший преподаватель кафедры теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»

Vasilyeva A., Yashkova V., students FGBOU VO "Chuvash state University. I. N. Ulyanova", Cheboksary, Russia.

Fedorov Nikolay Anfimovich. senior lecturer of the Department of "heat Engineering and hydraulics" FGBOU VO " Chuvash state University. I. N. Ulyanova", Cheboksary, Russia.

УДК 636.4.033

УЛУЧШЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА НА ФЕРМАХ

В.В. Васильева

А.Р. Котылева

В.А. Творогов

ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Россия

Аннотация. Обоснован выбор рациональной конструкции озонатора и рекуператора согласующийся существующей системой создания микроклимата на свиноферме, а также обоснована мощность преобразователя и определен экономический эффект.

Ключевые слова: приточно-вытяжная система, разнополярные электроды, озонирование, рекуперация тепла.

IMPROVING THE MICROCLIMATE ON FARMS

Abstract. The choice of a rational design of an ozonator and a recuperator consistent with the existing system of creating a microclimate on a pig farm is justified, as well as the converter power is justified and the economic effect is determined.

Keywords: supply and exhaust system, multipolar electrodes, ozonation, heat recovery.

Современные технологии содержания животных, предусматривающие концентрацию большого поголовья разных половозрастных групп животных в производственных помещениях, предъявляют высокие требования к микроклимату в животноводческих помещениях. Известно, что продуктивность животных на 50-60 % определяется кормами, на 15-20 % – уходом и на 10-30 % – микроклиматом в животноводческом помещении.

С целью выполнения экологических требований производства актуальное значение приобретает очистка и обеззараживание воздуха, удаляемого из помещений в атмосферу. Нужно отметить, что для удаления вредностей, образующихся в животноводческих помещениях, на вентиляцию 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. Общие затраты энергии на микроклимат составляют до 3 млн. т условного топлива в год, что равняется 32% всей энергии, потребляемой в отрасли животноводства [1, 2].

Нужно отметить, существуют различные способы механической очистки и обеззараживания воздуха, основанные на принципе обработки воздуха химическими веществами, обладающие бактериостатическими бактерицидными свойствами, физическими средствами и т.п. Имеются системы, где для очистки воздуха применяются биофильтры, действие которых основано на свойстве некоторых бактерий использовать органические компоненты воздуха.

Проведенный нами обзор систем для очистки и обеззараживания использованного воздуха животноводческими предприятиями [2] позволяет сделать следующие выводы:

- усложняется конструкция системы создания микроклимата;
- значительно увеличиваются расходы на поддержание оптимального микроклимата;
- отмечается низкая эффективность системы при эксплуатации в зимнее время из-за образования снежного наста и наледи в каналах для удаления отработанного воздуха, и т.д.

В связи с этим перечисленные системы широкого применения на практике не нашли.

Для эффективного решения вышеназванной проблемы и снижения затрат на создание научно обоснованных параметров микроклимата для каждой половозрастной группы животных нами предлагается следующее техническое решение. Произвести модернизацию децентрализованной системы вентиляции типа ПВУ широко используемой в животноводстве за счет следующих преимуществ по сравнению с другими приточно-вытяжными системами:

- вентиляция независима от изменения погоды и ветра;
- нет необходимости устраивать вентиляционные отверстия в стенах;
- воздушные потоки равномерно распределяются в помещении без применения воздухопроводов.

В существующую схему предлагаем добавить диэлектрическую секцию 5, предназначенную для озонирования удаляемого воздуха, имеющий форму цилиндра, и размещенные в нем высоковольтные разнополярные электроды 9 и 10 (рис. 1) [2]. Электрод 9 выполнен

в виде крыльчатки, а электрод 10 – в виде диска, снабженного конусообразными элементами, обращенными в сторону крыльчатки. Электрод 9 установлен с возможностью вращения в опорах 8. Конусообразные элементы имеют усеченную форму и каналы для прохождения воздуха. Асептирование воздуха происходит при перемещении его в устройство крыльчаткой 9 через плазму разряда между электродами 9 и 10, находящимся под напряжением.

Таким образом, вытяжной воздух, выходящий из помещения, обеззараживается, ионизируется, обогащается озоном, что способствует снижению концентрации аммиака, сероводорода, углекислого газа в 5-6 раз, улучшению электрического состояния воздуха и уменьшению в нем концентрации пыли более чем в 4 раза.

Все это значительно снижает выбросы в атмосферу вредных газов и микроорганизмов, что способствует улучшению экологического состояния животноводческих объектов.

С целью уменьшения затрат на подогрев приточного воздуха, предлагаемая система озонирования позволяет большую часть удаляемого воздуха вернуть обратно в помещение, прикрывая заслонки 7. В зимний период приточный воздух подогревается вначале рекуперационном отсеке, затем термоэлектронагревателями 2.

После анализа принципа работы ПВУ-6 в данной работе нами предлагается ее модернизация с целью повышения эффекта возврата тепла, уносимого использованным воздухом. Поставленная цель достигается путем замены внутреннего корпуса верхней рекуперационной секции ПВУ-6 теплообменником (рис. 2), представляющим собой пучок тонкостенных труб 3, установленных вертикально на нижнем и верхнем дисках радиально от центра с помощью сварного соединения, причем на дисках имеются отверстия для отвода по трубам использованного воздуха из помещения в диффузор.

Для подачи свежего воздуха в верхней части корпус теплообменника установлен ниже секции теплообменника на 200 мм для формирования канала поступления свежего воздуха.

В процессе движения свежего воздуха противотоком использованного воздуха происходит тепловой обмен между ними через стенку пучка труб, установленных в теплообменном аппарате. Для подачи подогретого свежего воздуха в приточный канал ПВУ-6, имеется переходник, соединяющий корпус теплообменника с корпусом ПВУ-6.

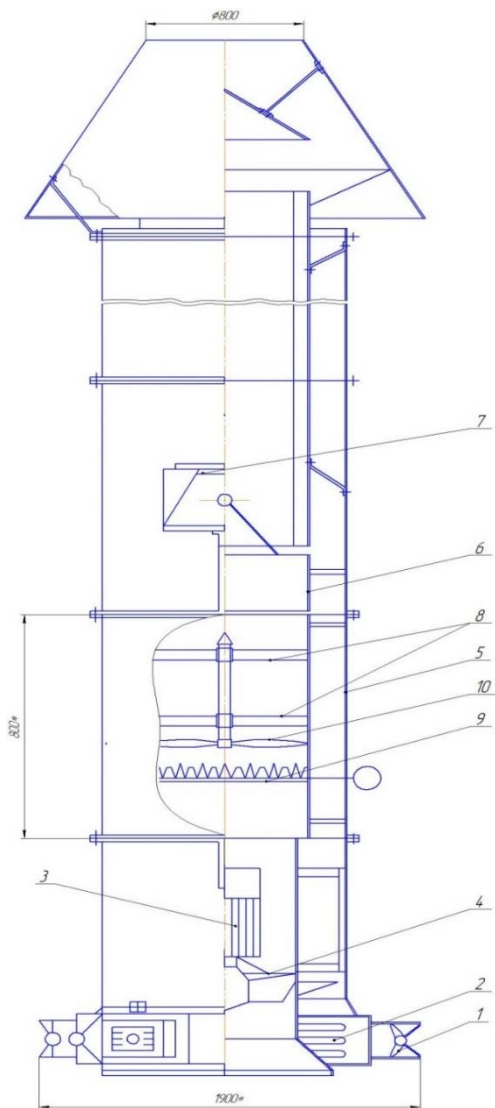


Рисунок 1 – Модернизированная приточно-вытяжная установка.

1 – шарнирные отражатели; 2 – нагревательные элементы; 3 – привод вентилятора; 4 – колесо вентилятора с двумя рядами лопастей; 5 – секция для озонирования воздуха; 6 – смесительная камера; 7 – электропривод рециркуляционных заслонок; 8 – опоры для вала привода крыльчатки; 9 – электрод-крыльчатка; 10 – электрод-диск.

Общая площадь поверхности теплообменного аппарата в количестве труб $n = 60$ шт., при диаметре теплообменных труб $d = 76$ мм и длине $l = 2$ м, составляет:

$$F = \pi \cdot d \cdot l \cdot n = 3,14 \cdot 0,076 \cdot 2 \cdot 60 = 28,64 \text{ м}^2.$$

Существующая конструкция при тех же параметрах длины и диаметре трубы $d = 0,8$ м имеет площадь:

$$F_c = \pi * d * l = 3,14 * 0,80 * 2 = 5,024 \text{ м}^2.$$

Коэффициент увеличения площади теплообменного аппарата составляет:

$$k = F / F_c = 28,64 / 5,024 = 5,7 \text{ раз.}$$

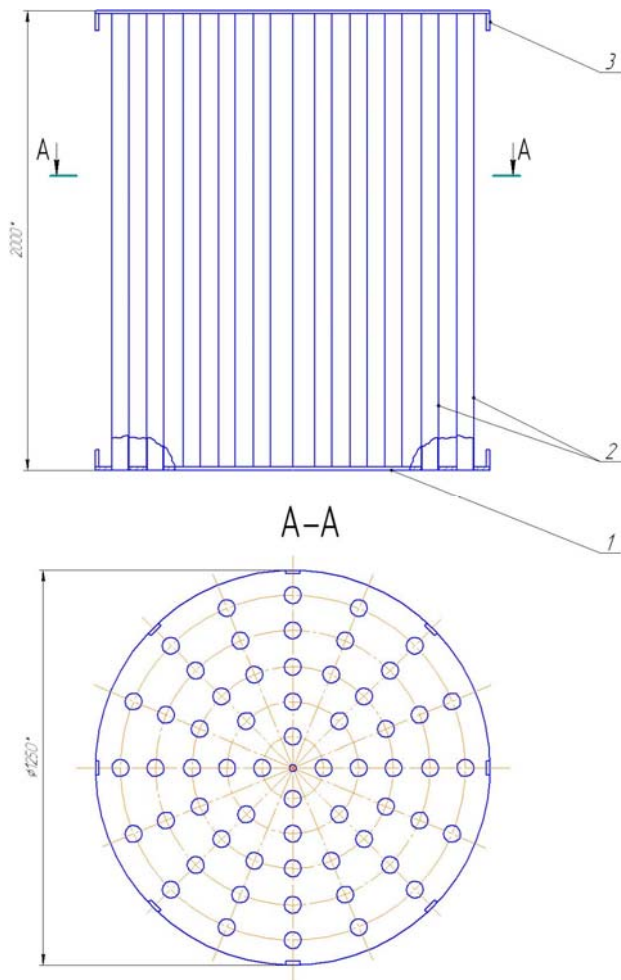


Рисунок 2 – Теплообменная секция, устанавливаемая на ПВУ-6

Выводы: внедрение в систему создания микроклимата озонирующего отсека позволяет улучшить экологическое состояние окрестной местности животноводческих помещений, повысить продуктивность стада.

Проведенные расчеты показывают, что на одну установку коронирующего электрода сила тока короны составляет 270 мкА/м^3 , а потребная мощность высоковольтного преобразователя при напряжении $U=10000 \text{ В}$ составляет около 160 Вт .

Совершенствование рекуперационного отсека позволяет увеличить теплообмен между приточным и удаляемым воздухом в 5,7 раза.

Расчеты технологической карты по созданию микроклимата на СТФ показывают, что в зимний период только за счет рекуперации теплоты можно сэкономить до 60% затрат на электроэнергию.

Список литературы / References

1. Драганов, Б.Х. Курсовое проектирование по теплотехнике и применению теплоты в сельском хозяйстве: учеб. пособие для вузов – М.: Агропромиздат, 2001.
2. Творогов, В.А. Разработка озонатора воздуха для создания микроклимата на свиноводческих фермах / В.А. Творогов, В.А. Сметанин, В.В. Васильева // Молодежь и инновации: материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Чебоксары, 17-18 марта 2022 года). – С. 400-403.

Сведения об авторах (information about the authors):

Васильева В.В., Котылева А.Р. студенты гр. С-21-20 Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова., Чебоксары, Россия.

Творогов В.А., канд. техн. наук, доцент кафедры теплотехники и гидравлики Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова, Чебоксары, Россия.

Vasilyeva V.V., Kotyleva A. R. students of group C-21-20 Chuvash State University I.N. Ulyanova, Cheboksary, Russia.

Tvorogov V.A., Candidate of Technical Sciences. Associate Professor of the Department of Thermal Engineering and Hydraulics of the I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia, e-mail tvorogoff21@yandex.ru

СЕКЦИЯ 4. СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЖКХ

УДК 614.838.13

ВНЕДРЕНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ В ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ

Алексеева Г.Н.

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова
г. Чебоксары

Алексеев В.Ю.

МЧС России по Чувашской Республике – Чувашии
г. Чебоксары

***Аннотация.** В статье представлены статистические сведения происшествий, связанных со взрывом бытового газа, их причины. Проведен анализ принятия нормативно-правовых актов, обеспечивающих безопасность многоквартирных жилых домов, а также предложения о необходимости принятия дополнительных мер в целях предотвращения утечки бытового газа.*

***Ключевые слова:** многоквартирные жилые дома, защита жилых зданий, извещатели, взрыв бытового газа, газификация, газоанализаторы.*

INTRODUCTION OF GAS ANALYZERS IN RESIDENTIAL APARTMENT BUILDINGS

***Abstract.** The article presents statistical data of incidents related to the explosion of household gas, their causes. The analysis of the adoption of regulatory legal acts ensuring the safety of apartment buildings, as well as proposals on the need to take additional measures to prevent leakage of household gas.*

***Keywords:** apartment buildings, protection of residential buildings, detectors, explosion of household gas, gasification, gas analyzers.*

Ежегодно на территории Российской Федерации происходят около 400 тысяч пожаров, на которых гибнут более 8 тысяч

человек, также происходят взрывы в зданиях и сооружениях жилого, социально-бытового и культурного назначения, по разным причинам, в том числе и от утечки бытового газа. Если площадь пожара в жилом доме или квартире ограничивается строительными конструкциями, то взрывы в жилых домах приводят к большим разрушениям, при которых гибнут люди.

Еще с древних времен огонь давал людям не только уют домашнего очага, но и приносил много бед и горя. Пожирающее пламя огня не оставляло за собой ничего, кроме пепла и разрухи. Чтобы уберечь свое жилище, дома, города русские правители принимали меры по недопущению возникновения и распространения пожаров, принимая различные законы.

Ежегодно на территории Чувашии происходит свыше 1500 пожаров. Ущерб от них исчисляется десятками миллионов рублей. В дым и пепел превращается более 1000 жилых домов и строений, без крова и домашнего имущества остаются порядка 500 человек. И самое страшное, ежегодно в огне гибнет более 100 человек и еще столько же получают травмы. Пожаров, связанных с утечкой бытового газа на территории республики в 2021 году зарегистрировано 20 случаев, на которых пострадали 15 человек. Особо значимое происшествие со взрывом бытового газа произошло в республике в 2011 году в деревне Тувси Цивильского района. Также произошел взрыв газа в многоквартирном доме в г. Новочебоксарск [3].

При пожарах наносится ущерб зданиям и сооружениям, подвергаются уничтожению не только имущество, но и строительные конструкции, различное оборудование, коммуникации, даже если они выполнены из негорючих материалов.

В данной статье поднимется вопрос о защите жилых зданий, особенно многоквартирных, от пожаров. Правительством страны предпринято немало мер в данном вопросе, но более конкретнее хочется отметить проблему установки пожарных извещателей. Основной вид используемой системы, это установка дымовых пожарных извещателей в жилых комнатах. Работают такие извещатели от автономных источников питания. Эффективность их применения определена за счет быстрого обнаружения дыма, приемлемой стоимостью. При приемке в эксплуатацию законченных строительством объектов государственной комиссией, оргстройнадзор наряду с другими мероприятиями проверяет работоспособность

дымовых извещателей. К сожалению, с целью удешевления объекта, такая система устанавливается в режиме автономной работы, то есть дымовые извещатели в квартирах работают автономно, и звуковой сигнал о возникшем пожаре не выводится на пульт пожарной сигнализации в отдельно выведенные помещения с дежурным персоналом. Также, к недостаткам можно отнести невозможность использования для защиты кухонь и помещений, где люди курят. Нужно еще сказать, что после приемки в эксплуатацию квартир, автономные пожарные извещатели, после неоднократных ложных срабатываний, и окончания срока службы аккумуляторных батарей, собственниками квартир данные пожарные извещатели демонтируются. Эффективность от таких принятых решений сводится к минимуму.

В вопросах защиты жилых зданий хотелось бы отметить ещё важную тему – защиту жилья от взрывов, происходящих в результате утечки бытового газа. Граждане ежедневно используют природный газ для приготовления пищи, для индивидуального отопления квартир в отдельных проектных решениях. Безопасность людей во многом зависит от правильного использования газовых приборов.

По данным МЧС России только с 25 по 27 октября 2021 года в России четыре раза взорвался бытовой газ: в Улан-Удэ, в Набережных Челнах, в подмосковном городе Видное и в калининградском Балтийске. Председатель Союза жилищных организаций Москвы Константин Крохин считает, что такие аварии будут происходить все чаще [5].

11 апреля 2022 года в подмосковном городе Ступино произошел взрыв бытового газа. По данным официальных источников погибли 6 человек, есть травмированные. Эвакуировано 60 человек, полностью разрушены четыре квартиры. Причиной взрыва могла стать неисправность газового оборудования, в результате которой произошла утечка газа. [6]

Утечка бытового газа в квартирах может происходить по разным причинам – от неисправности оборудования до халатности жильцов, когда оставленная для приготовления пища приводит к тяжелым последствиям. При утечке газа в воздухе образуется газозвдушная взрывоопасная среда. Достаточно малейшей искры, при которой произойдет взрыв газозвдушной смеси, способной уничтожить часть квартиры или дома, воздействуя на строительные

конструкции и разрушая целостность всего здания. Трагедия от взрывов в жилых домах, к сожалению, не обходится без человеческих жертв и сильных разрушений зданий.

Неутешительная статистика взрывов бытового газа в России начинается с девяностых годов прошлого века, когда при проводимых реформах произошла передача устаревшего газового оборудования в муниципальную собственность, при этом поставщики газа, газораспределительные организации в участии в работе газового оборудования не принимали. Страна, переходившая на рыночные отношения, не в состоянии была уделять достаточное внимание контролю безопасности эксплуатации бытового газа.

Изданные законы, исключаящие газовое оборудование в домах из списка опасных производственных объектов, сняли с Ростехнадзора функции контроля данных объектов. В определенные периоды с 2000-х годов появились Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления, которые полностью исключили газовое оборудование в жилых домах из списка, где указывалось, что на данное оборудование эти правила не распространяются.

При введении нового Жилищного кодекса, в условиях рыночных отношений, управляющие компании вопросы обслуживания газового оборудования решают самостоятельно, что допустило к ремонту газового оборудования и проведению технического обслуживания непрофессионалов, тем самым увеличив риск возникновения опасных ситуаций.

Трагические случаи, связанные с взрывом бытового газа заставили Правительство России принять действенные меры, при которых обслуживающие компании обязаны заключать договора на эксплуатацию газового оборудования с организациями, имеющими аварийно-спасательные службы. Во избежание аварий, впоследствии также ужесточались требования по контролю, проведению более частых проверок газового оборудования.

К сожалению, все принимаемые меры направлены на проведение проверок, профилактических мероприятий, технического обслуживания существующего газового оборудования. Но на сегодняшний день идет тенденция увеличения трагедий, связанных с взрывом бытового газа. Государство, строительные и жилищно-коммунальные организации не уделяют достаточного внимания этим вопросам, так как решение их требует немалых финансовых

вложений. Уже давно назрела необходимость оснащения квартир газоанализаторами горючих газов, которые предназначены для использования в ситуациях, где существует риск для жизни или собственности, вызванный возможным скоплением горючей газовой смеси. Газоанализаторы при обнаружении горючего газа могут остановить работу газового оборудования, тем самым предотвратив взрыва в доме.

Установку специальных газовых приборов во всех квартирах, возможно внедрить по примеру реализации государственной программы по замене электрических счетчиков. Государству необходимо взять на себя вопросы выявления и помощи в установке такого оборудования. В европейских странах уже давно все газовое оборудование устанавливается с датчиками для определения концентрации газо-воздушной смеси, и там практически не происходят аварии с бытовым газом.

Одним из направлений сохранения имущества является общее государственное, научно-обоснованное противопожарное нормирование, которое обеспечит установку и безопасную работу газового оборудования.

По статистическим данным в России насчитывается 1117 городов. В 1995 году в России насчитывалось 52 млн квартир, к концу 2018 году их количество уже приблизилось к отметке в 67 млн. За последний год ввод жилья составил около 1 млн новых квартир. Уровень газификации в России по итогам 2021 года достиг 72%, по заявлению заместителя Председателя Правительства Российской Федерации А. Новака. На данный период природным газом снабжены 78 субъектов России. [7] Газифицировано 43 миллиона квартир и домовладений в 48 тысячах населенных пунктов. [10] Средняя цена установки газоанализатора с функцией отключения газового оборудования составляет 5-9 тыс. рублей. В таких масштабах газификации обязательная установка оборудования, предназначенного для отключения газового оборудования, позволит избежать многих трагедий, связанных с взрывом бытового газа. Оснащение 43 миллионов квартир оборудованием за 9 тыс. рублей составит 387 миллионов рублей. Наверное, это не такая большая сумма для нашего государства с огромным природным потенциалом в отличие от сумм, потраченных на возмещение ущерба от пожаров в жилых зданиях.

Список литературы / References

1. МЧС России, Департамент надзорной деятельности и профилактической работы [Электронный ресурс]: «Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации». URL: https://39.mchs.gov.ru/uploads/resource/2021-11-01/11-statisticheskie-dannye_1635768651911545997.docx.

2. МЧС России [Электронный ресурс]: Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий российской федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году», Москва 2022. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/5946>

3. Главное управление МЧС России по Чувашской Республике-Чувашии [Электронный ресурс]: «Статистические сведения о чрезвычайных ситуациях, пожарах и их последствиях в Чувашской Республике». 2022. URL: <https://21.mchs.gov.ru/deyatelnost/profilakticheskaya-rabota-i-nadzornaya-deyatelnost/11-statisticheskie-dannye/11-2-statisticheskie-svedeniya-o-chrezvychaynyh-situatsiyah-pozharah-i-ih-posledstviyah-v-chuvashskoy-respublike>.

5. Правамир. Безопасность. Четыре взрыва газа за три дня. Почему это происходит по всей России? [Электронный ресурс] авт. Роман Чертовских, 28.10.2021. URL: <https://www.pravmir.ru/chetyre-vzryva-gaza-za-tri-dnya-pochemu-eto-proishodit-po-vsej-rossii/>

6. Газета.Ru [Электронный ресурс]. Взрыв бытового газа в подмосковном Ступино. 11.04.2022. URL: <https://news.rambler.ru/incidents/48460917-vybezhalazhenschina-vsya-v-ogne-zhiteli-stupino-rasskazali-o-vzryve-gaza/>

7. ГОСТ Р 52350.29.2-2010 Национальный стандарт российской федерации взрывоопасные среды. Часть 29-2. Газоанализаторы «Требования к выбору, монтажу, применению и техническому обслуживанию газоанализаторов горючих газов и кислорода». Дата введения 2012-01-01. – М.: Стандартинформ, 2011.

6. Свод правил (СП 54.13330.2016). Здания жилые многоквартирные. (Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003). Дата введения 2017-06-04. – М.: Стандартинформ, 2017. URL: <https://fireman.club/normative-documents/sp-54-13330-2016-snip-31-01-2003-zdaniya-zhilye-mnogokvartirnyie/>

7. Государственная автоматизированная информационная система "Управление" [Электронный ресурс]: Города России. Численность населения в России. URL: <https://города-россия.рф/>

8. Государственная автоматизированная информационная система "Управление" [Электронный ресурс]: Список городов России по населению. URL: <https://population-hub.com/ru/ru/list-of-cities-in-russia-by-population.html>

9. Государственная автоматизированная информационная система "Управление" [Электронный ресурс]: Жилищный фонд РФ. Статистика. URL: <https://kubdeneg.ru/jilishnyi-fond-rf-statistika-2019/>

10. Государственная автоматизированная информационная система "Управление". Газификация, газораспределение [Электронный ресурс]: Уровень газификации в России по итогам 2021 года. URL: <https://ria.ru/20220112/gazifikatsiya-1767470112.html>

Сведения об авторах (information about the authors):

Г.Н. Алексеева, старший преподаватель кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства, Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова (428000 Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. Ленина, д. 6; e-mail: galina55509@mail.ru)

G.N. Alekseeva, Senior Lecturer of the Department of Construction Technologies, Geotechnics and Construction Economics, I.N. Ulyanov Chuvash State University (Lenin Ave., 6., Cheboksary, 428000 Chuvash Republic; e-mail: galina55509@mail.ru)

В.Ю. Алексеев, заместитель начальника отдела безопасности людей на водных объектах Главного управления МЧС России по Чувашской Республике-Чувашии (428025 Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Мичмана Павлова, д. 23; e-mail: valeranchk@mail.ru)

V.Y. Alekseev, Deputy Head of the Department of Human Safety at Water Bodies of the Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia for the Chuvash Republic-Chuvashia (428025 Chuvash Republic, Cheboksary, Michman Pavlov str., 23; e-mail: valeranchk@mail.ru)

УДК 69.07

ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАЦИЯ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ С ГИБКИМИ СВЯЗЯМИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ И СИЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

М.А. Бахмисова

М.В. Петров

Л.А. Сакмарова

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

***Аннотация.** В статье рассматриваются температурно-влажностные деформации ограждающей конструкции с эффективным утеплителем в результате силовых и температурных воздействий. Приведены причины, меры по устранению, также разработана ограждающая конструкция и собрана модель здания в расчетном программном комплексе, сделаны выводы.*

***Ключевые слова:** ограждающая конструкция, энергоэффективность, многослойная стена, прочность, Лира-САПР, нагрузки, деформации, температурные воздействия.*

STRENGTH AND DEFORMATION OF THE ENCLOSING STRUCTURE WITH FLEXIBLE CONNECTIONS UNDER TEMPERATURE AND FORCE EFFECTS

***Abstract.** The article deals with temperature and humidity deformations of a building envelope with an effective insulation as a result of force and temperature effects. The reasons, measures for elimination are given, the building envelope is also developed and the building model is assembled in the calculation software package, conclusions are drawn.*

***Keywords:** building envelope, energy efficiency, multilayer wall, strength, Lira-SAPR, loads, deformations, temperature effects.*

Сегодня многослойные ограждающие конструкции применяются в различных по классификации зданиях, это касается, как и

нового строительства, так и процесса реконструкции и реставрации типовых зданий, в составе наружных стен, у которых идет только один слой, поэтому, для соответствия стен современным теплотехническим требованиям, нужно использовать два, три и более слоев, несущих в себе свою функцию.

В условиях отсутствия нормативно утвержденных в России конструкций стен проектировщики осуществили выбор в пользу использования слоистых кладок, которые ранее были преимущественно распространены за рубежом. При этом не принималось во внимание, что условия эксплуатации наружных стен в России во многом отличаются от условий в европейских странах. Из-за отсутствия достаточного опыта проектирования и возведения облегченных стен при проектировании и строительстве многих зданий применительно к климатическим условиям России были допущены и продолжают допускаться серьезные ошибки, приводящие к возникновению повреждений. В отечественной практике обнаружались массовые случаи появления в кладке наружных стен трещин, раздробления кирпичей в уровне перекрытий и др. слоях ограждающих конструкций [1].

В данном исследовании разработана многослойная, а именно трехслойная ограждающая конструкция. В качестве ограждающей конструкции выбрана трехслойная стена с утеплителем из пенополистирола толщиной 120 мм KNAUF Therm Wall, кирпич внутри 250 мм, снаружи 120 мм и гибкие соединения. Теплотехнический расчет проводился с учетом теплопроводных включений. Наличие теплопроводных включений в виде деталей крепления полностью меняет картину температурного поля наружного ограждения. Учет коэффициента теплотехнической неоднородности конструкции позволяет улучшить теплозащитные свойства ограждения. Шаг гибких соединений определялся расчетом, так как у утеплителя пенополистирол максимальный шаг стяжек по вертикали равен высоте плиты, но не более 1000 мм, шаг по горизонтали – 250 мм. Принимаются 500, 250 мм. Толщина стены 520-540, плюс 20мм внутренняя штукатурка. Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции в Чебоксарах $3.29 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ [1].

Лицевой наружный слой соединяется с внутренним при помощи гибких связей. Температура кладки лицевого слоя (120 мм) близка к температуре наружного воздуха. При прямом воздействии

солнечной радиации в дневное время лицевой слой может иметь температуру существенно более высокую, чем температура воздуха. Слои кладки с гибкими связями работают раздельно, так как гибкие скобы не могут передать нагрузки от одного слоя к другому. Поэтому каждый слой кладки рассчитывается самостоятельно на приходящиеся на него нагрузки.

Проблематика кирпичных фасадов, в частности, вопросы температурного воздействия на лицевой слой из кирпичной кладки, широко освещена в монографии М.К. Ищука [2]. Его исследования и рекомендации по назначению расчетной температуры наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки легли в основу ряда нормативных документов, регламентирующих методы расчета лицевого слоя наружных облегченных стен с учетом температурно-влажностных воздействий. Проанализировав исследования, их результаты, можно выделить две группы характерных повреждений облицовочного слоя из кирпичной кладки. Первая группа – повреждения силового характера, вызванные температурными воздействиями на кирпичную облицовку. Вторая группа – повреждения, которые возникли в результате попадания влаги в кирпичную кладку [3].

При расчете и учете деформации и прочности, свойства материалов многослойных ограждающих конструкций неодинаковы, отдельные слои под действием нагрузки деформируются по-разному. Несущая способность кладки не равна сумме прочностей всех ее слоев, следовательно разрушение целостности конструкции начинается с наиболее прочного слоя, у которого деформативность (способность материала к изменению формы и размеров без отклонения от величины его массы) меньше. При расчете многослойных ограждающих конструкций, вводится специальный коэффициент условий работы слоев кладки, равный 0,6-1, исходя из данных слоя. Теплоизоляционный слой в процессе расчета учитывается, исходя из марки. Сам расчет ограждающей конструкции производится для двух групп предельных состояний: по несущей способности и по образованию трещин в облицовке. Действующие расчетные усилия не должны превышать меньшей величины несущей способности, вычисленной для этих двух предельных состояний. Нагрузки от покрытий и перекрытий передаются только на внутренний слой. Нагрузки от собственного веса утеплителя следует распределять на

несущие слои пропорционально их сечению. При этом коэффициенты φ , φ_1 , и m_g определяются для условной толщины, равной сумме толщин двух конструктивных слоев, умноженной на коэффициент, равный 0,7.

В данной статье идет исследование в оценке влияния влажных температурных воздействий на кирпичную облицовку фасадов зданий. Было установлено, что при отсутствии вентилируемого воздушного зазора под влиянием температурных воздействий, на внутренней и наружной поверхности лицевого слоя возникает разность температур. Так происходит коробление лицевого слоя с выпучиванием наружу, чему препятствуют анкерные связи, в которых возникают растягивающие усилия, но такие связи, если смотреть на здания, очень часто упускали, в зданиях до 2000 гг. построек, но сейчас этим не пренебрегают.

Кирпичная облицовка в многослойной ограждающей конструкции, перпендикулярных стен расширяется летом в сторону угла, вызывая изгиб из плоскости и появление вертикальных трещин на углу, обычно по первому вертикальному растворному шву. На деформации кирпичной облицовки большое влияние оказывают плиты перекрытий, т.к. они препятствуют температурным деформациям кирпичной облицовки в 120 мм из-за различия в коэффициентах температурного расширения и температурах внутри и снаружи (рисунок 1).

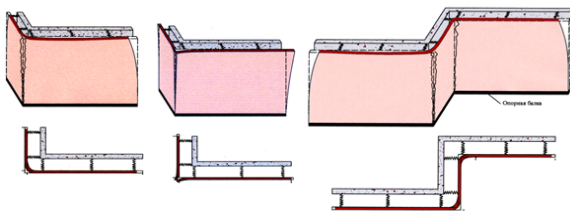


Рисунок 1 – Деформация облицовочного слоя многослойной ограждающей конструкции зимой и летом

Для исследования было смоделировано здание, с шагом колонн 6*6 сложной конфигурации, для учета внутренних, наружных углов (Рисунок 2). В процессе исследования, были выделены возможные места деформаций в результате нагрузок и температурных воздействий на этаже здания и дальнейшая работа именно с данным

этажом в ПК Лира САПР, после экспорта из ПК Сапфир, поддерживающими BIM. После стадии проектирования, благодаря информационному моделированию, существует возможность осуществления проверки конструктива для выявления на стадии проектирования пересечений и оперативное устранения их (рисунок 3).

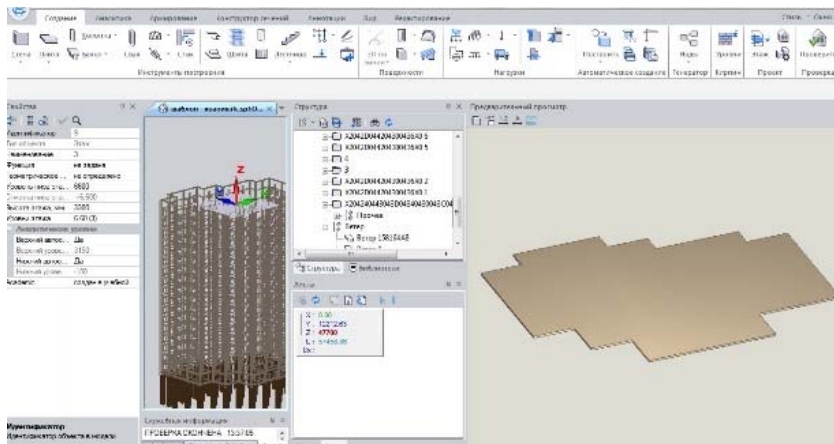


Рисунок 2 – Модель запроектированного здания

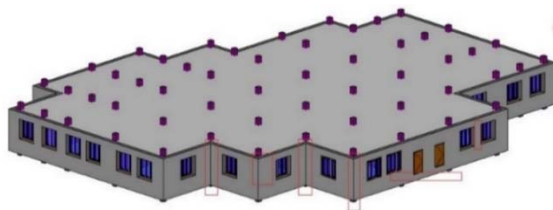


Рисунок 3 – Возможные места деформаций в результате нагрузок и температурных воздействий на типовом этаже здания

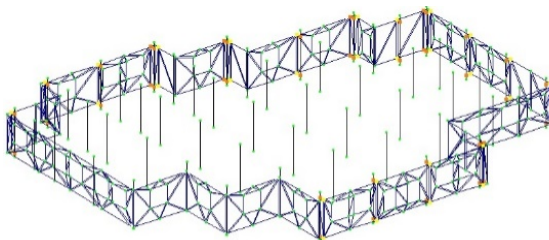


Рисунок 4 – Собранная модель этажа здания для дальнейшей работы и анализа нагрузок в ПК Лира-САПР

Наиболее распространенными дефектами лицевого слоя, проявляющимися на построенных в последнее время зданиях, являются: – образование и раскрытие вертикальных трещин в лицевом слое; – разрушение кирпичей лицевого слоя в уровне перекрытий; – появление в штукатурке по лицевому слою горизонтальных трещин в уровне перекрытий.

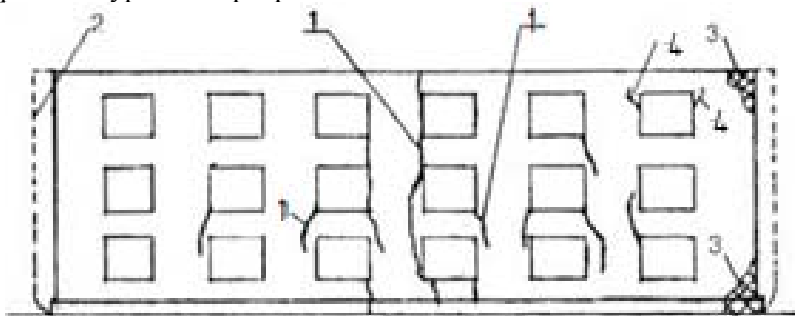


Рисунок 5 – Частые дефекты здания от температурно-влажностного воздействия: 1 – трещины от температурных воздействий; 2 – линия деформации; 3 – разрушения от увлажнения; 4 – трещины от температурных деформаций перемычки.

Дефекты кладки лицевого слоя могут проявляться спустя год и более после их возведения вследствие развития во времени деформационных процессов в конструкциях здания и коррозии связей, не обладающих надежной защитой. В лицевой кладке из кирпича, имеющей трещины и сколы, далее будут быстро развиваться разрушения вследствие ее размораживания. Местом, где важно обратить на это внимание, служит уровень перекрытия, где возможен конденсат из-за наличия мостиков холода и некачественной установки утеплителя, попадания атмосферной влаги через некачественно выполненные горизонтальные швы и трещины. Таким образом, необходимо обязательно проверять данные узлы и места не только при проектировании, но и при возведении и эксплуатации зданий.

В результате анализа, при отрицательных температурах лицевой слой коробится внутрь, чему препятствует внутренний слой конструкции фасада. В результате в лицевом слое в горизонтальных швах появляются значительные сдвигающие напряжения, перпендикулярные плоскости стены, которые совместно с нормальными напряжениями от изгибающих моментов приводят к раскрытию

горизонтальных растворных швов. При выполнении лицевого слоя из пустотелых керамических материалов через образованные горизонтальные трещины в пустоты кирпичей попадает дождевая вода, что при отрицательных температурах может способствовать их разрушению. Большая часть деформаций находится в нижней зоне, где идет сцепление кладки с плитой перекрытия, а также над перемычками дверного и оконного проемов.

В процессе проведения расчетов в исследовании, было выявлено, что и обследование зданий также благодаря развитию информационного моделирования перешло на новый уровень. Начинает применяться лазерное сканирование зданий, что более точно позволяет определить и устранить температурно-влажностные деформации, трещины и другие повреждения зданий. Данный тип обследования с каждым годом становится наиболее удобным и мобильным.

Также, в результате анализа дефектов и повреждений кирпичной облицовки наружных стен, было выявлено, что дефекты и повреждения второй группы преобладают. Таким образом, расчет и проверку ограждающей конструкции в результате воздействий необходимо определять в комплексе.

Список литературы / References

1. Бахмисова М.А. 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.) (Construction and development: life cycle – 2020: materials of the V International (XI All-Russian) conference (Cheboksary, November 25–26, 2020)). – Чебоксары: ИД «Среда», 2020. – С. 97-104.
2. Ищук М. К. Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. – М.: РИФ «Стройматериалы», 2009. – 357 с.
3. Температурно-влажностные деформации и воздействия на элементы наружной многослойной ограждающей конструкции / М. А. Бахмисова, М. В. Петров, Л. А. Сакмарова, А. Н. Плотников // Современные вопросы механики сплошных сред – 2021 : сборник статей по материалам III Международной конференции, Чебоксары, 23–24 ноября 2021 года. – Чебоксары: Общество с

ограниченной ответственностью «Издательский дом «Среда», 2021. – С. 126-138. – EDN KVVPSN.

4. Bakhmisova M.A., Plotnikov A.N., Sakmarova L.A., Petrov M.V. (2022) Development, Strength Check, Calculation of the Wind Load of a Multi-layer Guarding Structure. In: Vatin N.I., Tamrazyan A.G., Plotnikov A.N., Leonovich S.N., Pakrastins L., Rakhmonzoda A. (eds) Advances in Construction and Development. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 197. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-6593-6_

Сведения об авторах (information about the authors):

Бахмисова Мария Алексеевна, старший преподаватель кафедры архитектуры и дизайна среды ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, e-mail: masha_a94@mail.ru

Петров Михаил Васильевич, доктор технических наук, доцент кафедры строительных конструкций, профессор ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, e-mail: 21pmv@mail.ru

Сакмарова Лариса Алексеевна, доцент, зав. кафедры архитектуры и дизайна среды ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия E-mail: lara.sakmarova@mail.ru

Bakhmisova Maria Alekseevna, Senior Lecturer of the Department of Architecture and Environmental Design of the I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia, e-mail: masha_a94@mail.ru

Petrov Mikhail Vasilyevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Building Structures, Professor of the I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia, e-mail: 21pmv@mail.ru

Sakmarova Larisa Alekseevna, Associate Professor, Head of the Department of Architecture and Environmental Design of the I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia, e-mail: lara.sakmarova@mail.ru

УДК 624.131.53:624.152.633/635

ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СТЕНОК КОТЛОВАНА В ОСОБО СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Соколов Н.С.

Викторова С.С.

ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова»,

г. Чебоксары, Россия

ООО НПФ «ФОРСТ»,

г. Чебоксары, Россия

***Аннотация.** Проблема повышения несущей способности оснований всегда является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. При дополнительных увеличенных внешних нагрузках на существующие удерживающие конструкции использование традиционных технологий обеспечения их устойчивости не всегда оправдано. Часто возникает настоятельная необходимость применения нестандартных способов усиления оснований. Часты случаи использования существующих удерживающих железобетонных конструкций под новые дополнительные нагрузки от вновь возводимых объектов. В таких случаях использование буройнъекционных свай ЭРТ сложные геотехнические проблемы усиления перегруженных оснований.*

***Ключевые слова:** геотехническое строительство, электро-разрядная технология ЭРТ, буройнъекционная свая ЭРТ, грунтовые анкеры ЭРТ*

GEOTECHNICAL TECHNOLOGY FOR ENSURING THE STABILITY OF PIT WALLS IN PARTICULAR CONSTRAINTS

***Annotation.** The problem of increasing the bearing capacity of foundations is always an urgent problem in modern geotechnical construction. With additional increased external loads on existing retaining structures, the use of traditional technologies to ensure their stability is not always justified. Often there is an urgent need to use non-standard methods of strengthening the bases. There are frequent cases of using existing retaining reinforced concrete structures for new additional*

loads from newly built objects. In such cases, the use of EDT bored piles is a false geotechnical problem of reinforcing overloaded foundations.

Keywords: *geotechnical construction, EDT electric discharge technology, EDT bored pile, EDT ground anch*

В административном отношении участок изысканий расположен в г. Нижний Новгород. В геоморфологическом отношении участок изысканий расположен на водораздельном плато рек Оки и Волги. Отметки поверхности земли в пределах участка изменяются от 135.9 до 136.3 Б.С. (по устьям инженерно-геологических выработок). Рельеф спланированный.

Инженеро-геологическое строение участка до глубины 20.0 м представлено нерасчлененными верхне-среднечетвертичными лессовыми супесями (prQII-III), вскрытой мощностью 1.7–2.5 м, нерасчлененными верхне-среднечетвертичными лессовыми суглинками (prQII-III), мощностью 14.5–16.6 м, с поверхности отложения перекрыты насыпным грунтом (tQIV), мощностью 1.7–3.0 м.

Все инженерно-геологические выработки нанесены на план расположения инженерно-геологических выработок. Геолого-литологическое строение участка характеризуется колонками скважин и инженерно-геологическими разрезами. Гидрогеологические условия участка до глубины 20.0 м на момент проведения изысканий (июль-август 2017 г.) характеризуются наличием водоносного горизонта, приуроченного к четвертичным отложениям. Уровень подземных вод зафиксирован на глубинах 4.5–6.4 м. Водоносный горизонт безнапорный, водовмещающими грунтами являются лессовые суглинки. Водоупор скважинами не вскрыт. Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и утечек из водонесущих коммуникация.

Геолого-литологическое строение участка представлено в таблице 1.

Таблица 1

Геолого-литологическое строение участка

№ слоя	Возраст, генезис, описание грунтов, площадное распространение	Мощность, м
Современные пролювиально-делювиальные отложения (pdQIV)		
1	tQIV – насыпной грунт: песок коричневый пылеватый, с включением щебня, строительного мусора, арматуры; кирпич; суглинок с включением песка, кирпича, щебня, строительного мусора; супесь темно коричневая, с включением строительного мусора с примесью торфа. Вскрит всеми скважинами с поверхности.	1.7-3.0
Нерасчлененные средне-верхнечетвертичные отложения (prQII-III)		
2	prQII-III – суглинок лессовый коричневый, темно-коричневый, с прослоями супеси. Вскрит всеми скважинами в средней части разреза.	14.5-16.6
3	prQII-III – супесь лессовая коричневая, с прослоями суглинка. Вскрит всеми скважинами	Вскрытая 1.7-2.5

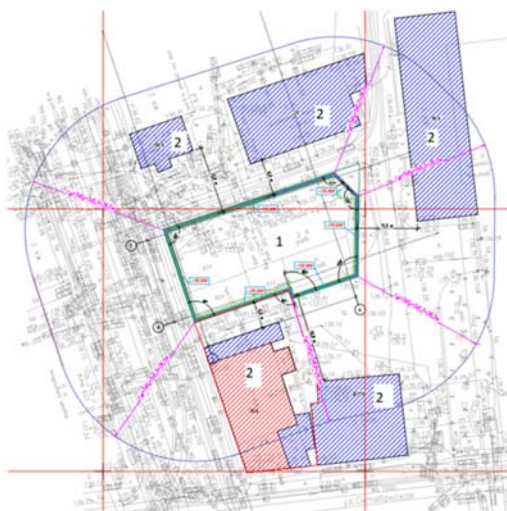


Рисунок 1 – Границы зоны геотехнического влияния

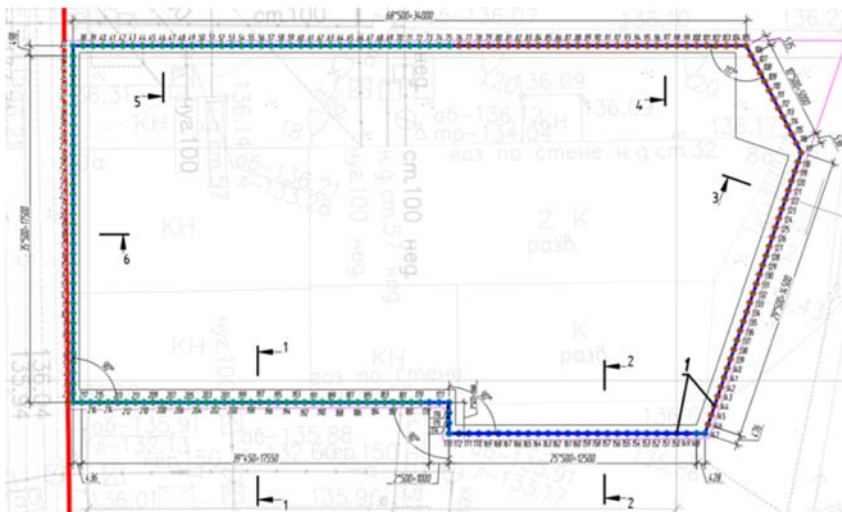


Рисунок 2 – План расположения буроинъекционных свай ЭРТ ограждения котлована

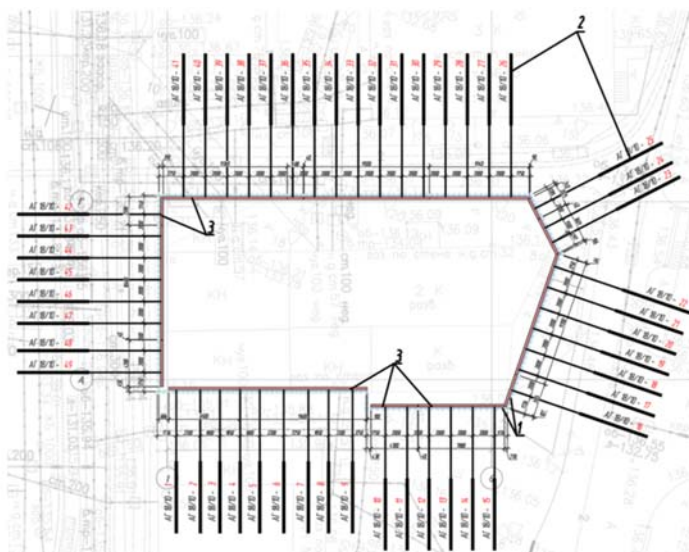


Рисунок 3 – Схема размещения грунтовых анкеров ЭРТ ограждения котлована: 1 – буроинъекционные сваи ЭРТ; 2 – грунтовые анкера ЭРТ первого уровня; 3 – монолитный железобетонный обвязочный пояс

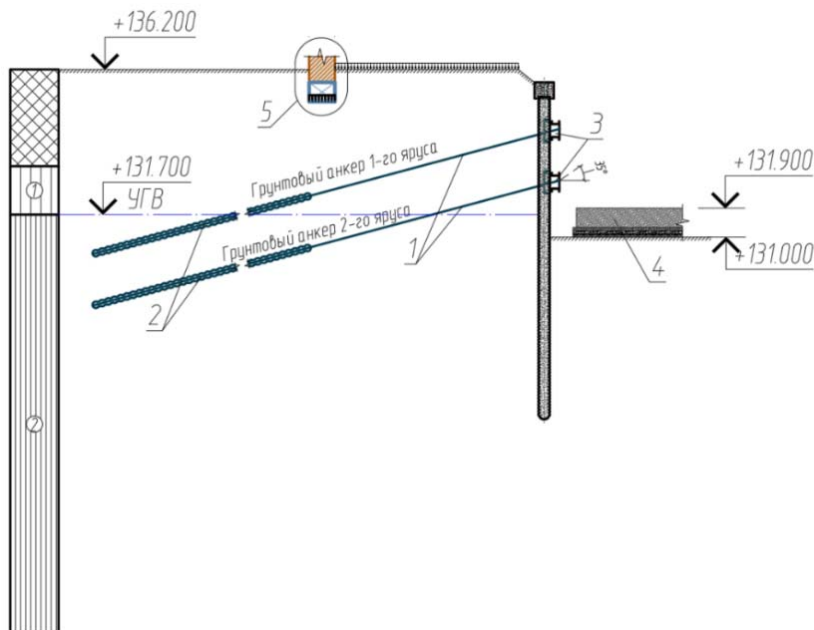


Рисунок 4 – Характерный разрез ограждения котлована:
 1, 2 – грунтовые анкера ЭРТ первого и второго уровней;
 3 – стальные анкерные пояса; 4 – монолитный плитный
 фундамент строящегося 6-этажного объекта; 5 – фундамент
 одного из зданий существующей застройки

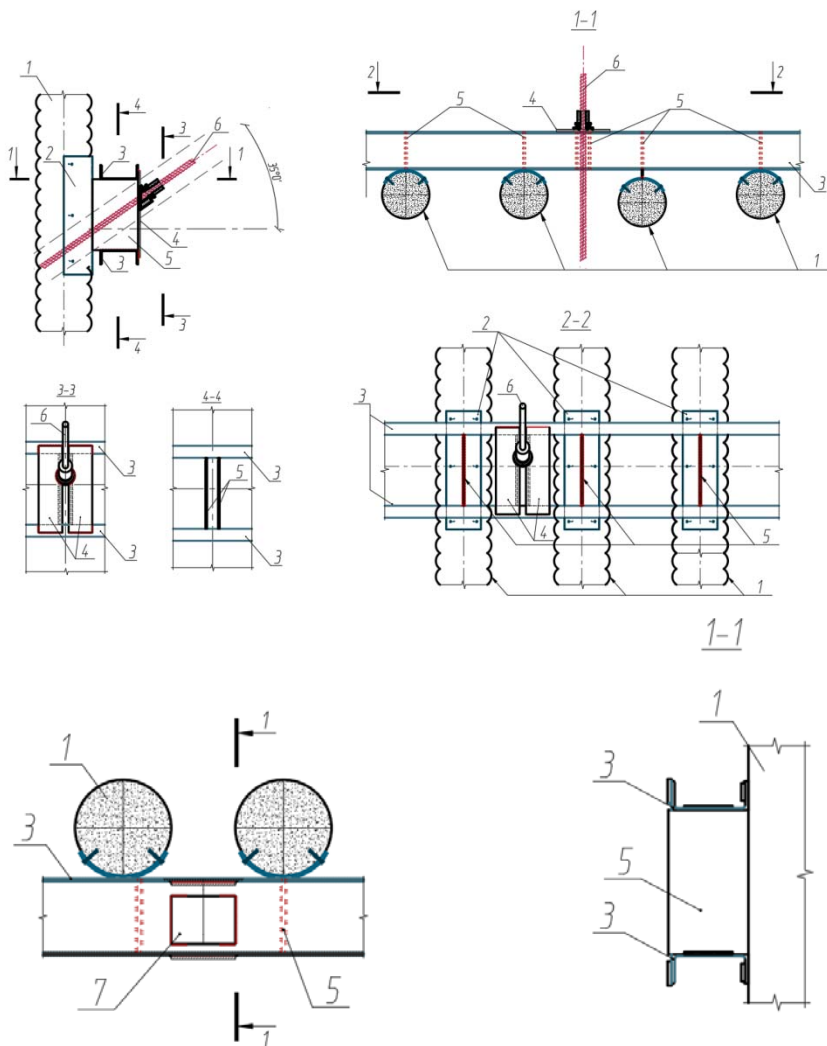


Рисунок 5 – Схема узла крепления грунтовых анкеров к обвязочному поясу: 1 – буринъекционная свая ЭРТ; 2 – упор анкерного пояса; 3 – анкерный пояс из стальных профилей; 4 – стальная пластинка; 5 – ребра жесткости анкерного пояса; 6 – стержень из высокопрочной арматуры анкерного пояса; 7 – узел крепления стыка анкерного пояса



а



б

Рисунок 6 – Фрагмент плана ограждения котлована:

а) вид на ул. Большая Печорская; б) вид во двор.

1 – буроинъекционные сваи ЭРТ; 2 – грунтовые анкера ЭРТ;
3 – анкерный обвязочный пояс; 4 – монолитный железобетонный
обвязочный пояс

Список литературы / References

1. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – № 2. – С. 17–20. = Ilichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Experience of development of russian megacities underground space // Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov. – 2012. – No. 2, – P 17–20. (In Russian).

2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. – СПб.: Геореконструкция, 2010. – 551 с. = Ulickij V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotekhnicheskoe soprovozhdenie razvitiya gorodov [Geotechnical Support of Urban Development]. – Saint Petersburg: Georeconstruction, 2010. – 551 p.

3. Ilichev V.A., Konovalov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. 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, 2004. – P. 5–24.

4. Ilichev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. Computing the evaluation of deformations of the buildings located near deep foundation trenches. Proc. of the XVIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. Madrid, Spain, 24–27th September 2007. «Geotechnical Engineering in urban Environments». – Vol. 2. – P. 581–585.

5. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. 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. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.

6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. Proc. of Int. Geotech. Conf. dedicated to the Year of Russia in Kazakhstan. Almaty, Kazakhstan, 23–25 September 2004, p. 338–342.

7. Petrukhin V.P., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. 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, 2003.

8. Sokolov N.S. Ground Ancher Produced by Elektric Discharge Technology, as Reinforced Concrete Structure. Key Enginiring Materials. 2018, pp. 76–81.

9. Sokolov N.S. Use of the Piles of Effective Type in Geotechnical Construction. Key Enginiring Materials. 2018, pp. 70–74.

10. Соколов Н.С. Электроразрядная технология усиления основания фундаментов // Жилищное строительство. – №9. – С. 36–42.

11. Соколов Н.С. Один из случаев усиления основания деформированной противооползневой подпорной стены / Жилищное строительство. – 2021. – №12. – С. 23–27.

12. Соколов Н.С. Технологические аспекты увеличения надежности существующих подпорных стен / Жилищное строительство. 2022. – № 1-2. – С. 56–59

Сведения об авторах (information about the authors):

Соколов Николай Сергеевич, канд.техн.наук, доцент, зав. кафедрой «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», директор ООО НПФ «ФОРСТ», к.т.н., доцент, член РОМГГиФ и ISSMGE, г. Чебоксары, Россия, ns_sokolov@mail.ru.

Sokolov N.S., candidate of technical sciences, assistant professor, Head of the Department of Construction Technologies, Geotechnics and Economics of Construction, Chuvash State University I.N. Ulyanova, Cheboksary. Director of SPC «FORST», Cheboksary, Russia

Викторова Светлана Станиславовна, старший преподаватель кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», заместитель декана строительного факультета ФГБОУ ВО «ЧГУ имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары, Россия

Viktorova S.S., senior Lecturer of the Department of Construction Technologies, Geotechnics and Economics of Construction, Deputy Dean of the Faculty of Civil Engineering Chuvash State University I.N. Ulyanova, Cheboksary, Russia

УДК 624.131.537:624.137.5

СЛУЧАЙ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЯ ПРОТИВООПОЛЗНЕВОЙ ПОДПОРНОЙ СТЕНЫ

Н.С. Соколов

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

г. Чебоксары, Россия

ООО «Научно-производственная фирма "ФОРСТ"»

г. Чебоксары, Россия

Аннотация. Проблема повышения несущей способности оснований всегда является актуальной проблемой в современном геотехническом строительстве. При дополнительных увеличенных внешних нагрузках на существующие удерживающие конструкции использование традиционных технологий обеспечения их устойчивости не всегда оправдано. Часто возникает настоятельная необходимость применения нестандартных способов усиления оснований. Часты случаи использования существующих удерживающих железобетонных конструкций под новые дополнительные нагрузки от вновь возводимых объектов. В таких случаях использование буроналивных свай ЭРТ и грунтовых анкеров ЭРТ в большинстве случаев успешно решает многие сложные геотехнические проблемы усиления перегруженных оснований.

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

THE CASE OF REINFORCING THE BASE OF THE ANTI-LANDSLIDE RETAINING WALL

Annotation. The problem of increasing the bearing capacity of foundations is always an urgent problem in modern geotechnical construction. With additional increased external loads on existing retaining structures, the use of traditional technologies to ensure their stability is not always justified. Often there is an urgent need to use non-standard methods of strengthening the bases. There are frequent cases of using existing retaining reinforced concrete structures for new additional loads from newly built objects. In such cases, the use of EDT bored piles

and EDT ground anchors in most cases successfully solves many of the complex geotechnical problems of reinforcing overloaded foundations.

Keywords: *geotechnical construction, EDT electric discharge technology, EDT bored pile, EDT ground anchors.*

Обеспечение безопасной эксплуатации вновь возводимых объектов на площадках со сложным рельефом и слабыми физико-механическими характеристиками требует особого подхода [1-9]. Часто при новом строительстве приходится сталкиваться с усиленными ранее склонами. Чаше всего они укреплялись с помощью заглубленных железобетонных конструкций, используемых как удерживающие конструкции. В большинстве случаев они по расчетной схеме относятся к строительным конструкциям консольного типа. Отличительной особенностью таких стен от раскрепленных является то, что при даже небольших дополнительных внешних нагрузках они могут деформироваться. Говорить о том, что они могут воспринять существенные возросшие нагрузки от вновь возводимого объекта, не приходится. В таких случаях необходим нестандартный подход в вопросах их использования для целей обеспечения устойчивости как склона, так и самой удерживающей подпорной стены.

В настоящей статье рассматривается случай приспособления существующей консольной уголковой железобетонной подпорной стены в качестве удерживающей железобетонной конструкции при существенных возросших внешних нагрузках 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.

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

Таблица 1

№№ п/п	Заглубленные железобетонные 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 буро-инъекционных 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 уголкового 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

Согласно результатам инженерно-геологических изысканий площадка строительства расположена в юго-восточной части жилого микрорайона «Радужный» Московского района г. Чебоксары.

В геоморфологическом отношении район изысканий занимает левый склон долины р. Чебоксарка, в подошве и средней части склона расчлененной густой сетью засыпаемых и засыпанных оврагов, с абсолютными отметками от 71.2 в пойме р. Чебоксарка до 112-116.0 м в северо-западной части площадки изысканий (юго-восточной части спланированной территории мкр. «Радужный»). Перепад высот составляет около 45,0 м. Общий уклон территории наблюдается в южном направлении – в сторону долины р. Чебоксарка. Инженерно-геологическое строение площадки до исследованной глубины (40.0 м) представлено толщей коренных пород северодвинского и вятского ярусов верхнепермского отдела (P3s+v), перекрытых с поверхности четвертичными отложениями различного возраста и генезиса. Вся толща сверху перекрыта насыпными грунтами большой мощности (tQIV).

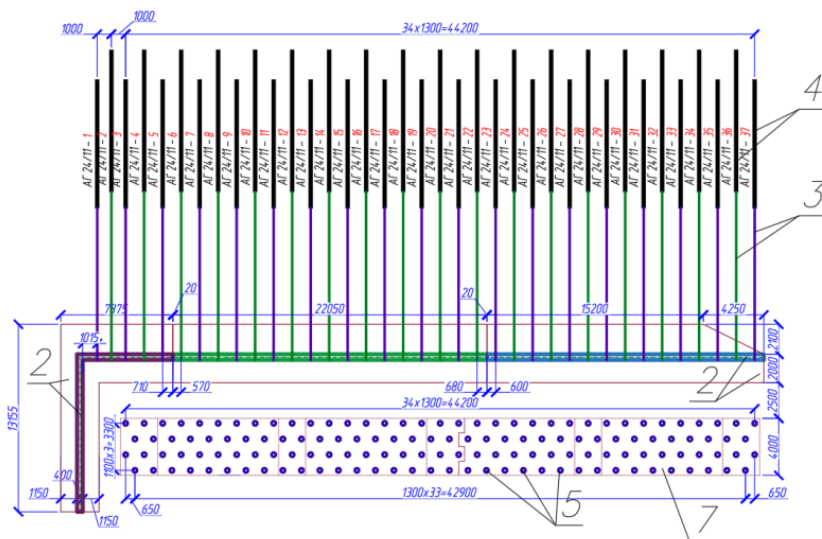


Рисунок 1 – Схема устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм на завершающем этапе:

- 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкового железобетонный ростверк;
- 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроинъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк

Гидрогеологические условия площадки строительства до исследованной глубины (40,0 м) на период изысканий в августе 2018г. характеризуются наличием одного безнапорного горизонта подземных вод. Подземные воды вскрыты во всех скважинах на глубинах 0.2 – 23.8 м (абс.отметки 71.1 – 100.6 м) и приурочены к насыпным грунтам tQIV, оползневым отложениям dpQ(P3s+v), аллювиальным отложениям (aQIII), верхнепермским пескам мелким, пылеватым, средней крупности, водонасыщенным, песчаным прослоям в верхнепермских глинах и суглинках (алеувритах) песчаных и мергелях известковистых (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 Рисунке 2.

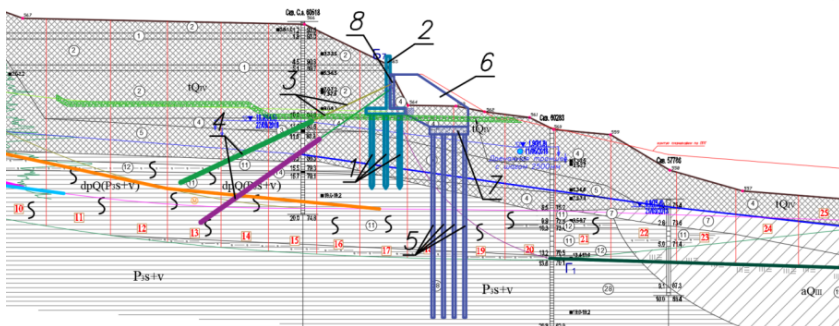


Рисунок 2 – Вертикальная привязка свайных фундаментов в инженерно-геологический разрез: 1 – свайное основание из призматических железобетонных свай под существующий
2 монолитный железобетонный уголковый ростверк;
3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ (3 – анкерная тяга; 4 – корень анкера); 5 – буройнъекционные 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 железобетонных конструкций с использованием буройнъекционных 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.

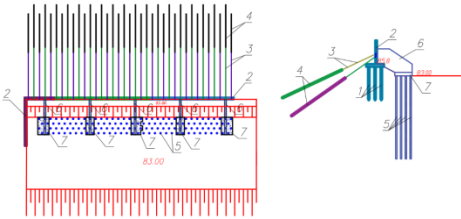
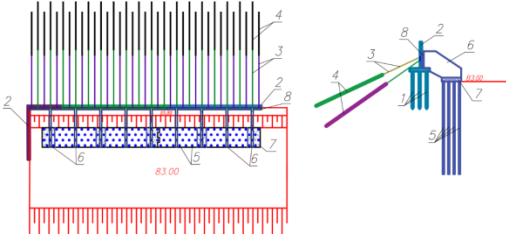
Таблица 2

Алгоритм производства геотехнических работ

№№ п/п	Наименование геотехниче- ского этапа	Схема геотехнического этапа
1	Устройство бермы до отм. 87.3	Схема устройства грунтовой бермы до отм. 87,3: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкоый железобетонный ростверк
2	Алмазное сверление отверстий, устройство и натяжение грунтовых анкеров ЭРТ	Схема сверления отверстий в ростверке для устройства и натяжения грунтовых анкеров ЭРТ: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкоый железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ
3	Разработка грунта до отм. 84.0	Схема разработка грунта до отм. 84,0: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный уголкоый железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ

4	Устройство буроналивных свай ЭРТ	Схема устройства грунтовых анкеров ЭРТ усиления существующих ростверков (3,4) и буроналивных свай ЭРТ (5) усиления основания: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ
5	Локальная разработка грунта в траншеях под ростверки до отм. 83.0 м	Схема к локальной разработке грунта в траншеях под ростверки до отм. 83.0 м: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буроналивные сваи ЭРТ усиления основания
6	Первый этап устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм	Схема первого этапа устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 –

Продолжение таблицы 2

		существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкера ЭРТ; 5 – буро-инъекционные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк
7	Разработка грунта до отм. 83.0 м	 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
8	Завершение устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм	 Схема устройства монолитных железобетонных ростверков и диафрагм на завершающем этапе: 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

9	Устройство дренажа, засыпка пазух монолитной железобетонной угловой подпорной стенки, планировка участка	 Схема устройства пристенного линейного дренажа, засыпки пазух подпорной стены и планировки участка: 1 – призматические железобетонные сваи; 2 – существующий монолитный угловой железобетонный ростверк; 3, 4 – грунтовые анкеры ЭРТ; 5 – буронабивные сваи ЭРТ усиления основания; 6 – монолитные железобетонные контрфорсы; 7 – монолитный железобетонный ростверк; 8 – пристенный линейный дренаж
---	--	---

Выводы:

1. Рассмотренный в статье подход приспособления существующей удерживающей конструкции с использованием буронабивных 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. Ильичев В.А., Мангушев Р.А., Никифорова Н.С. Опыт освоения подземного пространства российских мегаполисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2012. – № 2. – С. 17–20. = Ilichev V.A., Mangushev R.A., Nikiforova N.S. Experience of development of russian megacities underground space. Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov. – 2012. – No. 2. – P. 17–20. (In Russian).

2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. СПб.: Георекострукция, 2010. 551 с. = Ulickij V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotekhnicheskoe soprovozhdenie razvitiya gorodov [Geotechnical Support of Urban Development]. – Saint Petersburg: Georeconstruction, 2010. – 551 p.

3. Ilichev V.A., Kononov P.A., Nikiforova N.S., Bulgakov L.A. 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, 2004, pp. 5–24.

4. Ilichev V.A., Nikiforova N.S., Koreneva E.B. 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. «Geotechnical Engineering in urban Environments». – Vol. 2, pp. 581–585.

5. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. Geotechnical cut-off diaphragms for built-up area protection in urban underground development. The pros, of the 7thl nt. Symp. «Geotechnical aspects of underground construction in soft ground», 16–18 May, 2011. tc28 IS Roma, AGI, 2011, № 157NIK.

6. Nikiforova N.S., Vnukov D.A. The use of cut off of different types as a protection measure for existing buildings at the nearby underground pipelines installation. 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., Shuljatjev O.A., Mozgacheva O.A. 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, 2003.

8. Sokolov N.S. Ground Ancher Produced by Elektric Discharge Technology, as Reinforced Concrete Structure. Key Enginiring Materials. 2018, pp. 76–81.

9. Sokolov N.S. Use of the Piles of Effective Type in Geotechnical Construction. Key Enginiring Materials. 2018, pp. 70–74.

Сведения об авторе (information about the author):

Соколов Николай Сергеевич, канд. техн. наук, зав. кафедрой, доцент кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, ns_sokolov@mail.ru

Директор ООО НПФ «ФОРСТ», г. Чебоксары, Россия.

Sokolov Nikolay Sergeevich, Ph.D. Sci., Head of the Department, Associate Professor of the Department of "Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics", Faculty of Civil Engineering "Chuvash State University named after I.N. Ulyanova", Cheboksary, Russia, ns_sokolov@mail.ru

Director of NPF «FORST», Cheboksary, Russia.

УДК 624.154.54.012.45

ОБЗОР ЗАГЛУБЛЕНИЯ ЖБК ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ

*Н.С. Соколов
М.Е. Мишенин*

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

***Аннотация.** В статье рассмотрен пример из геотехнической практики проектирования и строительства в нестандартных условиях.*

***Ключевые слова:** сохранение ландшафта, устойчивость склона, стабилизация геоморфологических процессов, тесненные условия, буройнъекционная свая по электроразрядной технологии (свая ЭРТ).*

OVERVIEW OF THE DEEPING OF THE RCC TO STABILIZE THE STABILITY OF SLOPES

***Abstract.** The article considers an example from the geotechnical practice of design and construction in non-standard conditions.*

***Keywords:** landscape conservation, slope stability, stabilization of geomorphological processes, cramped conditions, bored pile using electricdischarge technolo*

Введение

Под воздействием геоморфологических процессов на поверхности земли сформировались уникальные ландшафты, закрепленные растительностью и сложившейся геологией. Ландшафт – это генетически однородный территориальный комплекс с характерными только ему условиями. Все чаще здания и сооружения вписывают в ландшафт с его минимальными изменениями, сохраняя уникальность и узнаваемость мест. Такой подход не нарушает гармонии, сохраняет экобаланс и устойчивость экосистемы местности. На стадии проектирования необходимо тщательно изучить геологию, правильно произвести расчеты и верно выбрать методы для стабилизации будущего основания под возводимым на склоне зданием.



Рисунок 1 – Пример строительства жилого здания на косогоре.

Анкерное крепление деформированного откоса на оползневом склоне: 1 – грунтовый анкер ЭРТ; 2 – анкерный обвязочный пояс; 3 – уголкового монолитные железобетонные подпорные стены.

В строительстве достаточно широко распространены способы закрепления грунтов различными методами (смолизация, силикализация, цементация и пр.). Однако использование таких технологий приводит к вмешательству в экологию и создает препятствие для фильтрации подземных вод – как сезонной, так и в результате избыточного увлажнения от атмосферных осадков. Особенно это актуально для построенных объектов на берегах рек, где в течение многих лет сложилась система водовмещающих слоев, и необдуманное вмешательство может привести к необратимым последствиям. Ранее для решения такого рода задач без перекрытия водоносных слоев использовали в качестве грунтовых анкеров изготовленные на полигонах железобетонные сваи, погружаемые в грунт сваебойными установками вертикально, или буровые сваи, усиленные армированными каркасами, устроенные непосредственно в грунте. Недостатком такого способа является гладкая поверхность бетонной сваи, не обеспечивающая достаточную несущую способность за счет боковой поверхности. В инженерно-геологических разрезах, на склонах рек и оврагов слои чаще всего представлены слабыми и рыхлыми осадочными породами с недостаточной несущей способностью, плотностью и значительной деформативностью инженерно-геологических слоев. Исключить эти недостатки и повысить эффективность при оптимальных затратах

можно, используя инновационную запатентованную технологию устройства буроинъекционных анкеров и свай, изготовленных по электроразрядным технологиям. Кроме того, технология ЭРТ позволяет устроить грунтовые анкеры под углом к поверхности, что, в свою очередь, создает условия для более надежного крепления грунтов в сложных инженерно-геологических условиях при возникновении оползней, поскольку обеспечивается возможность дойти до слоев с достаточной несущей способностью и плотностью под необходимым углом. Физическая сущность электроразрядной технологии (ЭРТ) заключается в том, что скважина, заполненная мелкозернистым бетоном или цементным раствором, обрабатывается серией высоковольтных электрических разрядов. При этом возникает электрогидравлический удар, в результате которого формируется тело сваи или корня анкера; цементируется и уплотняется окружающий грунт. Первоначальный диаметр скважины 130-300 мм при обработке серией разрядов может быть увеличен более чем в 2 раза в зависимости от энергии, подаваемой в скважину, и гидрогеологических условий площадки. Окружающие грунты уплотняются, снижается пористость в зоне воздействия ударного импульса. Эффект достигается за счет формирования неровной поверхности на этапах 3–5 и чем слабее грунт, через который проходит тело сваи, тем больше уширение ее диаметра в этом месте, и, следовательно, повышается площадь контактной поверхности и уплотнение, а также происходит упрочнение грунта в месте контакта с телом сваи. Результат – грунтовый анкер-ЭРТ держит надежнее в 1,5–2,0 раза, чем обычная свая аналогичной длины. Технологическая последовательность устройства свай-ЭРТ и анкеров-ЭРТ представляет собой несколько этапов: 1 этап – бурение скважины»; 2 – заполнение скважины мелкозернистым бетоном; 3 – электрогидравлическая обработка ствола скважины; 4, 5 – определение абсолютных отметок возможных уширений вдоль длины скважины по результатам электрогидравлической обработки; 6 – армирование буровой скважины, заполненной мелкозернистым бетоном, электрогидравлической обработкой, прочностными армокаркасами.

На сегодняшний день существует достаточно широкий спектр различных технологий для закрепления грунтов, однако каждая из них имеет ряд недостатков и особенностей. В процессе решения

инженерной задачи для конкретного объекта требуется глубокая и всесторонняя оценка геологических и гидрологических условий на месте строительства, а также проведение моделирования и расчетов с использованием специализированного программного обеспечения.

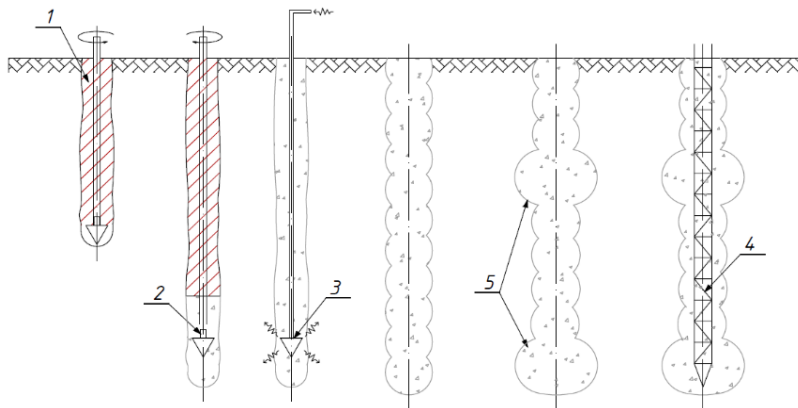


Рисунок 2 – Технологическая схема устройства свай-ЭРТ.

Условные обозначения: 1 – проходной шнек; 2 – клапан шнека;
3 – электрический излучатель; 4 – пространственный армокаркас;
5 – уширения (подпятники)

Такой комплексный подход при назначении конструкций грунтовых анкеров позволит избежать вероятных ошибок и стабилизировать нижележащие слои под построенным в дальнейшем зданием. При этом капитальные затраты на геотехнические работы по применению запатентованного метода устройства анкеров-ЭРТ и свай-ЭРТ будут значительно меньше, чем если бы использовались традиционные технологии. Применение ЭРТ технологий для закрепления склонов и, тем самым, стабилизации ландшафта решает насущную задачу по безопасному использованию ранее неудобных для строительства участков земли в процессе расширения и развития городов, оставляя и не изменяя при этом узнаваемость местности, что является основным трендом в архитектуре и строительстве на сегодняшний день.

Заключение:

Процесс урбанизации в современных условиях требует освоения территорий, ранее не использовавшихся под строительство. Но при этом от строителей требуется минимальное вмешательство в сформировавшийся ландшафт и экосистему. Наиболее эффективным при строительстве зданий в сложных условиях на склонах будет устройство свайно-анкерных систем при использовании инновационной технологии, решающей инженерную задачу стабилизации и укрепления грунтов. В статье рассмотрен пример из геотехнической практики проектирования и строительства в нестандартных условиях.

Список литературы / References

1. Специальные методы механики грунтов и механики скальных пород [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pstu.ru/files/file/adm/fakultety/maschenko_a_v__specialnye_razdely_mehaniki_gruntov_i_mehaniki_skalnyh_gruntov.pdf
2. Механика грунтов, основания и фундаменты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://core.ac.uk/download/pdf/33758937.pdf>
3. Стабилизация грунта-устройство основания [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://mbm-stab.ru/stabilizaciya-grunta-ustrojstvo-osnovaniya/>
4. Инъекционное укрепление грунтов и фундаментов [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://kddelta.ru/inekcionnoe-ukreplenie-gruntov-i-fundamentov-2/>

Сведения об авторах (information about the authors):

Соколов Николай Сергеевич, канд. техн. наук, зав. кафедрой, доцент кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, ns_sokolov@mail.ru

Мишенин М.Е., магистр строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Директор ООО НПФ «ФОРСТ», г. Чебоксары, Россия.

M.E. Mishenin, master's student faculty of Civil Engineering "Chuvash State University named after I.N. Ulyanova", Cheboksary, Russia

Sokolov Nikolay Sergeevich, Ph.D. Sci., Head of the Department, Associate Professor of the Department of "Building Technologies, Geotechnics and Construction Economics", Faculty of Civil Engineering "Chuvash State University named after I.N. Ulyanova", Cheboksary, Russia, ns_sokolov@mail.ru

Director of NPF «FORST», Cheboksary, Russia.

СЕКЦИЯ 5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ И МОДЕЛИРОВАНИИ

УДК 69.07

ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ И ОПЫТ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА СТРОИТЕЛЬНОМ ФАКУЛЬТЕТЕ

*Л.А. Максимова
А.Г. Николаева
Н.В. Иванова
В.А. Иванов*

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

***Аннотация.** Современные реалии день за днем ставят новые задачи перед образовательными учреждениями. Выставляются новые стандарты и требования, предъявляемые к выпускаемым вузами специалистам строительной сферы. В статье приведен анализ опыта применения BIM-проектирования инженерных сетей при выполнении аудиторных работ по дисциплине САПР в строительстве обучающимися по направлению 08.03.01 Строительство.*

***Ключевые слова:** BIM-технологии, инженерные сети, проектирование.*

REVIEW OF SOFTWARE PACKAGES FOR ENGINEERING NETWORKS DESIGN AND EXPERIENCE OF THEIR APPLICATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS AT THE FACULTY OF CONSTRUCTION

***Abstract.** Modern realities day by day pose new challenges for educational institutions. New standards and requirements for specialists in the construction industry graduating from universities are being set. The*

article provides an analysis of the experience of applying BIM-design of engineering networks in the performance of classroom work in the discipline of CAD in construction by students in the direction 08.03.01 Construction

Keywords: *BIM technologies, engineering networks, design*

Введение

Для продуктивной работы после окончания вуза обучающимся по направлению 08.03.01 Строительство, профиль Теплогазоснабжение и вентиляция необходимы навыки работы в современных программных комплексах, специализирующихся на проектировании инженерных сетей зданий и сооружений. В соответствии с этим для обучающихся по дисциплине «САПР в строительстве» были введены аудиторные лабораторные работы, которые ориентированы на приобретение подобных навыков.

Обучающиеся приобретают теоретические и практические знания проектирования сетей водоснабжения и водоотведения, отопления и вентиляции с использованием различных программ.

Программных комплексов, которые выполняют гидротехнические и прочностные расчеты инженерных сетей и их деталей довольно много на российском рынке. В этой статье проводится небольшой обзор отечественной и зарубежной продукции.

Материал и методы исследований

Программное обеспечение НТП Трубопровод [1], включенное в единый реестр российских программ, содержит большой перечень специализированных продуктов, которые позволяют быстро и качественно рассчитать различные трубопроводы, оборудование и их детали на прочность. В том числе проводят проектирование тепловой изоляции, гидравлические и теплогидравлические расчеты, в процессе которых производится подбор диаметров трубопроводных систем для различных отраслей промышленности.

Расчеты проводятся в соответствии с нормами России и стран СНГ.

Далее приводится краткий перечень программного обеспечения НТП Трубопровод:

Старт-Проф – программа расчета прочности трубопроводов различного назначения. Используется во многих отраслях промышленности, например, энергетика, тепло- и водоснабжение,

коммунальные сети, нефтегазовая промышленность, химическая промышленность, металлургия, пищевая промышленность и т.д.

Выполнение расчетов по программе Старт-Проф обеспечивает надежность и безопасность эксплуатации трубопроводов различного назначения. Позволяет рассчитывать различные типы трубопроводов: надземные, заземленные в грунте, вакуумные, высокого давления, криогенные, пластиковые, стеклопластиковые и из цветных металлов. Пассат – программа предназначена для расчета прочности и устойчивости сосудов, аппаратов, резервуаров и их элементов для оценки несущей способности в рабочих условиях, в условиях испытаний и монтажа.

Штуцер-МКЭ – позволяет производить расчеты на прочность узлов врезки трубопроводов методом конечных элементов, производит оценку напряженно-деформированного состояния зоны врезки

Ресурс – расчет остаточного ресурса трубопроводных систем под действием коррозионно-эрозионного воздействия.

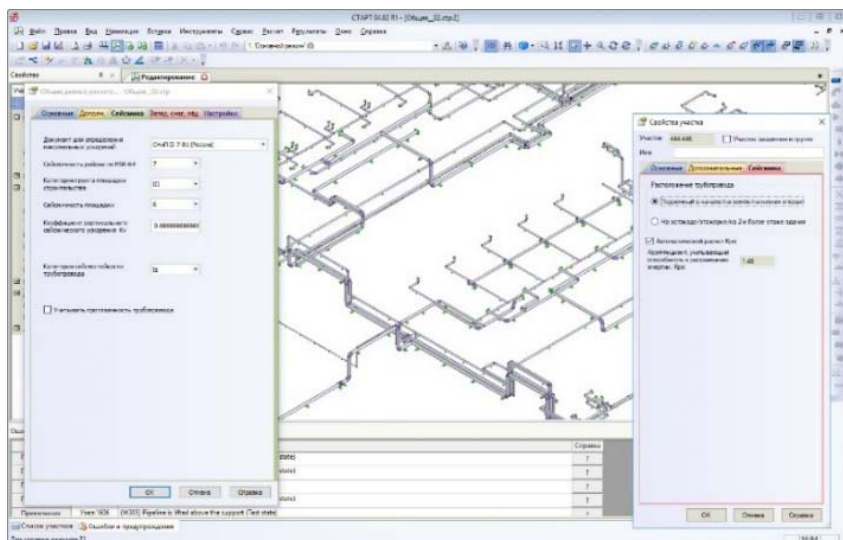


Рисунок 1 – Интерфейс программы Старт-Проф

Гидросистема – позволяет определять диаметры трубопроводов и выполнять гидравлические расчеты изотермического течения, а также теплогидравлические расчеты трубопроводных систем и гидроудара.

Предклапан – программа расчета и выбора предохранительных клапанов.

СТАРС- позволяет выполнять расчет теплофизических свойств веществ и фазовых равновесий.

SimulisThermodynamics – предоставляет пользователю широчайшие возможности решения задач фазового равновесия.

Изоляция – позволяет выполнять расчет и выбор тепловой изоляции трубопроводов и оборудования.

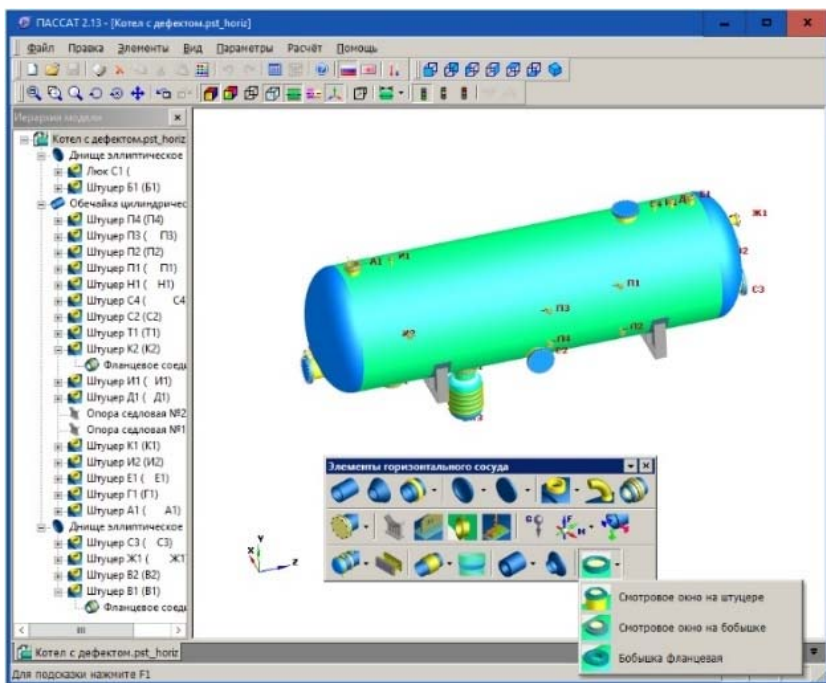


Рисунок 2 – Интерфейс программы Пассат

Так же содержат программные модули взаимной интеграции с программой Revit, такие как например «Revit-Гидросистема», «Revit-Старт», «Revit-Изоляция»

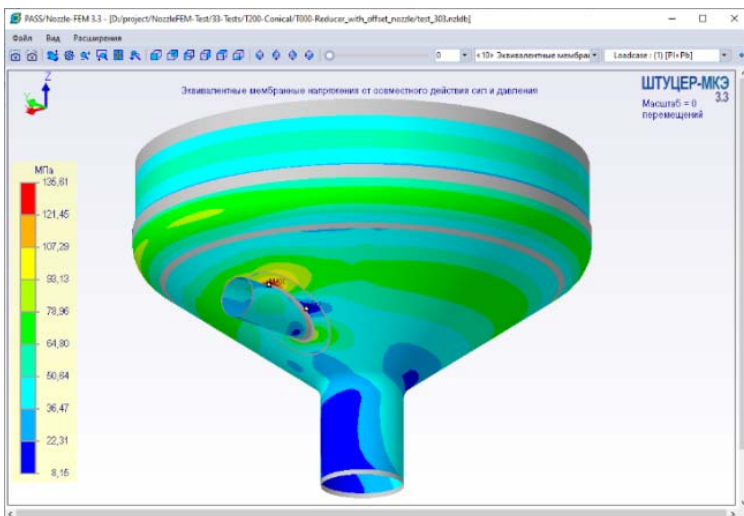


Рисунок 3 – 3D просмотр модели и результатов расчетов в Штуцер-МКЭ

Российская BIM-система для комплексного проектирования с необходимой функциональностью, интуитивно-понятным интерфейсом **Renga** для инженера[2] позволяет создавать трассировку инженерных сетей здания, минимизирует ручную работу и уменьшает ошибки проектирования, отслеживая всевозможные коллизии трассировки. Также позволяет совместное использование сводной модели инженерных сетей здания, при построении которых используется встроенное параметрическое оборудование.

Получаемые модели и аксонометрические схемы и планы сетей водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляции, а также сетей электроснабжения и слаботочных сетей, позволяют оформить документацию. Вся документация, создаваемая в программе, соответствует используемой в России нормативно-технической документации. Созданная информационная модель объекта строительства используется на всем его жизненном цикле.

Инструменты Renga позволяют создавать информационные модели внутренних систем водоснабжения и водоотведения, вентиляции, отопления и индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) зданий и сооружений различного назначения и автоматизировать действия инженера.

Работа ведется по двум сценариям, в первом построение сетей производится по трехмерной модели здания, полученной от архитекторов, во втором построение может вестись по двумерным чертежам, устанавливаемых в качестве подложки. В соответствии с потребностью различных помещений выполняется расстановка оборудования, стиль которого легко можно поменять или создать в программе.



Рисунок 4 – Интерфейс Renga. Аксонометрия сетей водоснабжения и водоотведения

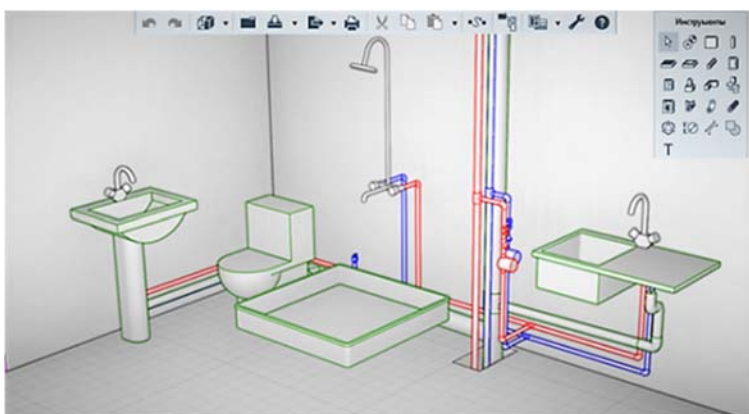


Рисунок 5 – Интерфейс Renga. Расстановка оборудования сетей водоснабжения и водоотведения

Информационная модель позволяет профильным специалистам вносить все необходимые данные по каждому элементу здания, для использования всеми участниками проекта. Вся информация о назначении, габаритах помещений, наружных и внутренних ограждающих конструкциях, материалах, положению шахт для инженерных коммуникаций и т.п. незамедлительно отображается в модели и позволяет специалистам по инженерным коммуникациям незамедлительно вносить изменения в проект.

Помимо этого, в Renga представлены готовые каталоги ведущих производителей инженерного оборудования. Для точного подсчета всех элементов сетей в Renga есть инструмент «Спецификации», который собирает информацию по трехмерной модели автоматически и пересчитывает все при внесении изменений.

Проектирование трасс в Renga осуществляется уникальным инструментом «Автоматическая трассировка», он самостоятельно выполняет прокладку трубопроводов и подключение к ним оборудования в соответствии с заданными правилами.

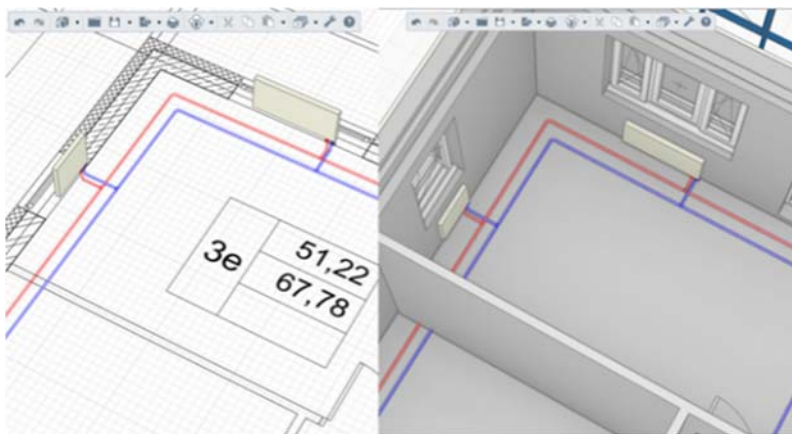


Рисунок 6 – Интерфейс Renga. Расстановка приборов отопления

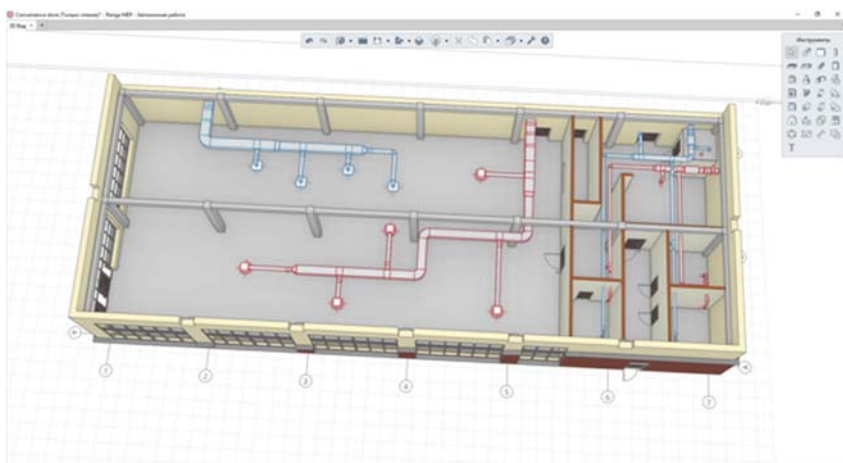


Рисунок 7 – Интерфейс Renga.
Прокладка приточной и вытяжной вентиляции

AutoCADCivil 3D для проектирования инженерных сетей [3] содержит в себе каталоги труб различной формы разного вида (круглые, эллиптические, прямоугольные) и колодцев разного вида (круглые, прямоугольные, эксцентрические и др.). в программе существует дваспособа отрисовки трубопроводной сети в AutoCADCivil 3D: использование инструментов ручной компоновки сети; создание трубопроводной сети из объектов чертежа.

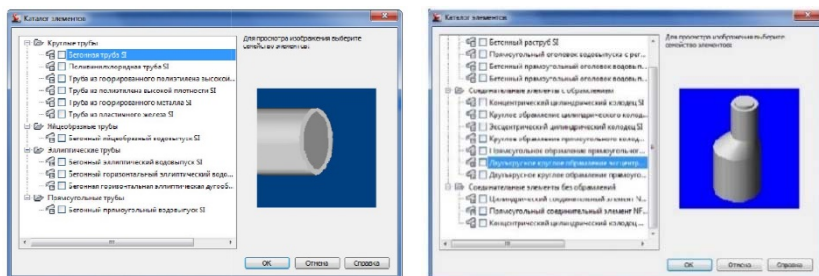


Рисунок 8 – Диалоговое окно каталог труб, диалоговое окно каталог колодцев

Инструменты ручной компоновки позволяют проектировать сеть, состоящую из труб и колодцев, либо трассировать сеть только трубами, либо расставлять отдельные колодцы для дальнейшего подключения к ним труб. Данный способ позволяет проектировать инженерные сети в той логической последовательности, к которой привык пользователь.

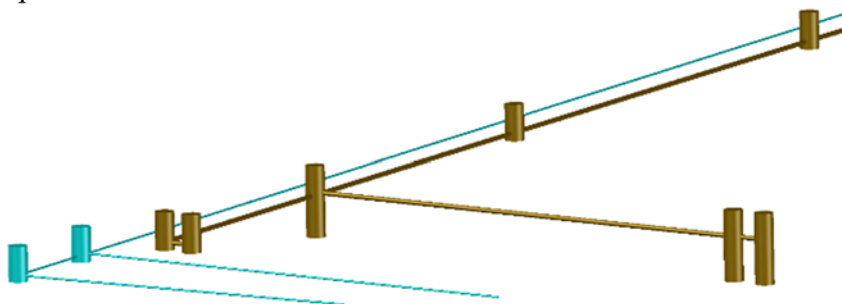


Рисунок 9 – Сети НВК в 3D

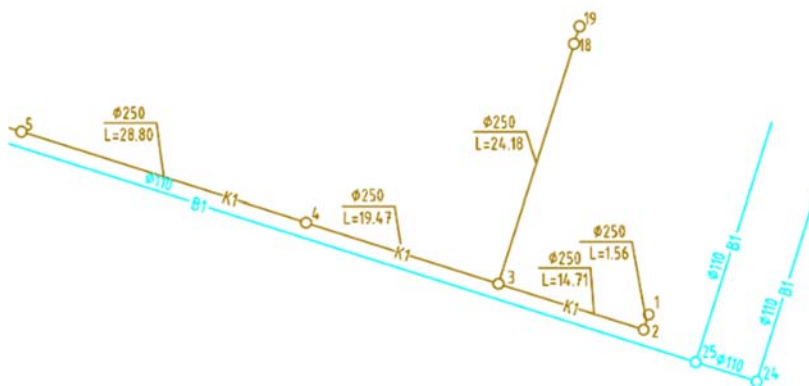


Рисунок 10 – План сетей НВК

Второй способ дает возможность создавать трубопроводные сети на основе объектов, существующих на чертеже, таких как: Линия, дуга, характерная линия, 2D полилиния, 2D сплайн, трасса, 3D полилиния

Трассы в AutoCADCivil 3D отвечают за линейно протяженные объекты, и только по Трассам можно строить профили поверхностей. Табличное отображение сети позволяет точное задание отметок и уклонов труб и тд. Ручное редактирование сетей возможно

как в плане, так и на профиле. Сочетание этих двух способов дает возможность удобного и точного редактирования сети.

BAutoCADCivil 3D существует специальный инструмент – Проверка взаимодействий. Благодаря ему возможно задавать нормативные расстояния между сетями, программа укажет места несоответствия специальным символом

AutodeskRevit, или просто Revit – программный комплекс для автоматизированного проектирования, реализующий принцип информационного моделирования зданий.

В его составе имеется отдельная система Revit MEP для проектирования инженерных систем зданий. Создание внутренних инженерных систем ведется средствами 3D-моделирования. В программе есть инструменты трассировки, интерактивные возможности изменения фитингов, арматуры, оборудования, формы и конфигурации системы.

Также программа поддерживает технологию информационного моделирования зданий для проектировщиков инженерных систем, энергоэффективного проектирования и инженерных расчетов. В ней находятся встроенные средства расчета отопительных и холодильных нагрузок; моделирование отопительных и вентиляционных систем, компоновка воздухопроводов; компоновка электрического освещения, электропроводки и силовых цепей; выравнивание электрической нагрузки, расчет сечений кабелей; моделирование систем ВК; моделирование систем пожаротушения; межотраслевая координация и выявление коллизий.

Основой любого проекта в AutodeskRevit – это настроенный шаблон, на базе которого создается проект. Хороший шаблон может ускорить работу в полтора-два раза. На текущий момент в сети есть различные шаблоны для Revit, но они имеют одну общую проблему – сложность настройки и использования. Требуется разбираться в инструкциях (у некоторых шаблонов она занимает 30-50 страниц), настроить файл общих параметров и сделать другие операции, тяжелые для начинающих пользователей [3, 4].

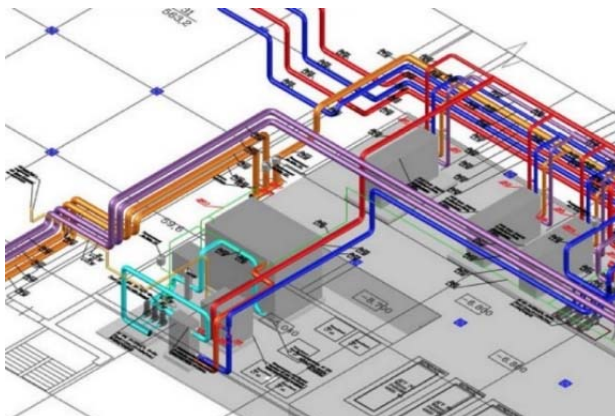


Рисунок 11 – Revit

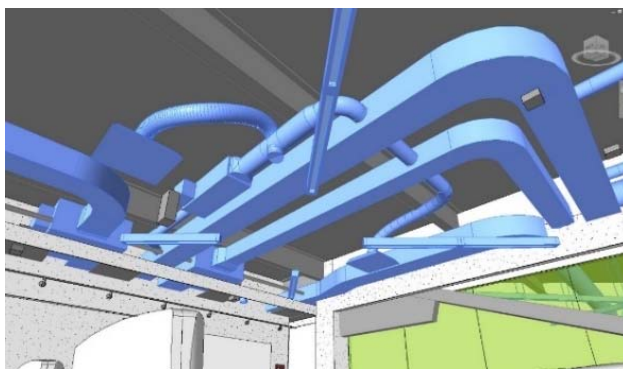


Рисунок 12 – Revit MEP

Результаты и проблематика

В рамках проведения лабораторных работ по дисциплине «САПР в строительстве». Обучающимся было дано задание по построению инженерных сетей двухэтажного здания различного назначения средствами программы Revit MEP.

Необходимо было построить сети водоснабжения и водоотведения, отопления, приточной и вытяжной вентиляции для общественного здания.

При построении сетей обучающиеся использовали методический материал в виде видеокурсов и уроков по Autodesk Revit, созданный А.Высоцким (Vysotskiyconsulting) [4] содержащий в себе

более 200 видео Revit-уроков, с подробным описанием процесса работы в программе методом «от простого к сложному».

Обычно при построении инженерных сетей, основную проблему составляет неполное наличие или отсутствие семейств для построения трубопроводов. Конечно базовые семейства можно скачать с сайта разработчиков программы или с сайтов производителей деталей трубопроводов и других сетей. Но иногда необходимые детали соединения в виде фитингов, двойников и т.п. или оборудования необходимо построить с «нуля» самим инженером. Для этого используются графические средства самой программы, или вспомогательные детали построения, созданные в других графических системах, например, AutoCAD.

В данной лабораторной работе обучающимися были выполнены следующие этапы работы: создание шаблона проекта и связывание его с архитектурным файлом, выданным в задании; настройка параметров энергопотребления, определение зон и пространств здания; создание семейства, а примере семейства радиаторов отопления; размещение приборов и оборудования для различных сетей; непосредственное моделирование систем; оформление результатов в виде графики, аксонометрии систем.

Заключение:

По результатам работы в текущем семестре можно с уверенностью заявить, что обучающиеся в полной мере приобретают необходимые навыки работы в программных комплексах, которые используются для обучения специалистов строительной области [5-6]. Хочется надеяться, что, окончив университет, обучающиеся, попав на производство, окажутся хорошо подготовленными специалистами своего профиля.

Нужно отметить, что опыт, приобретенный в процессе работы над лабораторными работами, пригодился на практике. В апреле-мае 2022 года обучающиеся строительного факультета в составе сборных команд архитекторов, конструкторов и инженеров ВК и ОВ приняли участие в BIM-чемпионате СПбГАСУ, где применили приобретенные навыки проектирования инженерных сетей на реальном объекте. Чемпионат имел целью: повышение уровня знаний обучающихся и профессионального сообщества в сфере BIM-технологий, а также подготовку студентов к реальному трудоустройству на современном рынке проектирования.

Список литературы / References

1. Программное обеспечение – НТП Трубопровод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://truboprovod.ru/software/>
2. Renga [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rengabim.com/>
3. Autodesk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/>
4. Бесплатный видеокурс Autodesk Revit MEP (200+ видео) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.avisotskiy.com/2014/04/autodesk-revit-vysotskiy-consulting.html>
5. Иванова Н.В. Интеграция САПР в образовательном процессе подготовки специалистов строительной области / Н.В. Иванова, А.Г. Николаева // Развитие современного образования: от теории к практике : материалы III Междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 23 дек. 2017 г.) / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017.
6. Николаева А.Г. О методике использования мультимедийных средств преподавания в технических вузах Парадигмы университетской истории и перспективы университетологии (к 50-летию Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова): сборник статей. В 2 т. Т. 1 / Редкол.: О.Н. Широков, Т.Н. Иванова, Н.Н. Агеева, М.Н. Краснова. – Чебоксары: ИД «Среда», 2017. – С. 371–373.

Сведения об авторах (information about the authors):

Максимова Людмила Анатольевна, профессор ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», доктор физико-математических наук, e-mail: maximova_ng@mail.ru

Maksimova Ludmila Anatolievna, Professor, Department of building structures of CHGU named by I. N. Ulyanov, doctor of physico-mathematical Sciences, e-mail: maximova_ng@mail.ru

Николаева Анастасия Георгиевна – ст. преподаватель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, e-mail: nag_sf@mail.ru

Nikolaeva Anastasia Georgievna – senior lecturer of the "Chuvash state University named I. N. Ulyanov", Cheboksary, Russia, e-mail: nag_sf@mail.ru

Иванова Наталья Васильевна – ст. преподаватель ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия, e-mail: sus-a@mail.ru

Ivanova Natalia Vasilevna – senior lecturer of the "Chuvash state University named I. N. Ulyanov", Cheboksary, Russia, e-mail: sus-a@mail.ru

Иванов Виктор Анатольевич старший преподаватель кафедры строительных конструкций, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия. 2605victor@mail.ru

Ivanov Viktor Anatolyevich Senior Lecturer, Department of Building Structures, Chuvash State University named after I.N. Ulyanova, Cheboksary, Russia, 2605victor@mail.ru

Для заметок

Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ**

Материалы Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 55-летию ЧГУ им. И. Н. Ульянова

Ответственный редактор *А. Н. Плотников*
Компьютерная верстка *Л. С. Миронова*
Дизайн обложки *Н. В. Фирсова*

Подписано в печать 29.11.2022 г.
Дата выхода издания в свет 30.11.2022 г.
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура Times. Усл. печ. л. 6,975. Заказ К-1057. Тираж 500 экз.

Издательский дом «Среда»
428005, Чебоксары, Гражданская, 75, оф. 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