№03 (231) **МАРТ 2021**

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
ОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

С.О.К.

САНТЕХНИКА • ОТОПЛЕНИЕ • КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ • ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ • ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА

10 История немецкой арматуры

39 Сезонный аккумулятор теплоты и холода

56 Адаптация VRF-систем для России

62 Роль зданий и технологий в спасении мира

ВЕЗА
Создано в 1995 году.

Ведущий российский производитель оборудования для ОВиК

Центральные кондиционеры ВЕРОСА®

Более 8500 штук в год

Сделано качественно. Сделано в России.

veza.ru

Реклама.

www.navien.pro

NAVIEN PRO КЛУБ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ

ЗАРАБАТЫВАЙ ВМЕСТЕ С NAVIEN

Вступай в клуб единомышленников и успешных партнеров!

1. **Регистрируйся на сайте**
2. **Монтируй котлы NAVIEN**
3. **Копи баллы**
4. **Получай бонусы**

ПОЛУЧИ 3000 ₽

за монтаж электрокотла NAVIEN EQB

акция продлится до 1 июня 2021 года

На правах рекламы

ДОБЕЙСЯ ИДЕАЛЬНОГО НАПОРА ВОДЫ В КРАНЕ!

No.1
Насосы №1 в мире**

24
Сервис за 24 часа***

Торговые марки, представленные в данном материале, в том числе Grundfos, логотип Grundfos и слоган «be think innovate», являются зарегистрированными торговыми марками, принадлежащими The Grundfos Group. Все права защищены. © 2021 Grundfos Holding A/S, все права защищены.

* Грундфос Лаб

БЫСТРЫЙ И ПРОСТОЙ МОНТАЖ

Недостаточный напор, колебания температуры, шумный водопровод или насосная установка, чрезмерный расход воды, неправильно подобранное оборудование, сложная или долгая установка — наиболее частые проблемы в системе водоснабжения. В Grundfos Lab вы узнаете, как сделать монтаж и устранить проблемы просто и быстро. Присоединяйтесь к нам для оптимизации системы водоснабжения.

Добро пожаловать в Grundfos Lab* grundfos.ru

*** ПО ОБЪЁМУ ПРОДАЖ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ В МИРЕ В 2016 ГОДУ, ПО ДАННЫМ IHS MARKIT ОТ 2017 ГОДА.*
**** ПОДРОБНУЮ ИНФОРМАЦИЮ ОБ УСЛУГЕ "СЕРВИС24" СМ.НА САЙТЕ GRUNDFOS.RU*

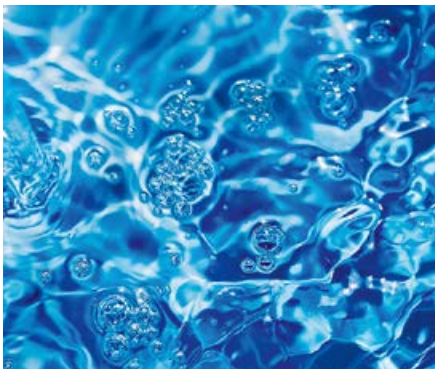
be
think
innovate

GRUNDFOS

Реклама.

СОДЕРЖАНИЕ

03/2021



Na-катионирование воды. Контроль процесса

Рассмотрена проблема оперативного контроля процесса Na-катионирования воды. Дана зависимость значения электропроводности воды от её жёсткости для Na-катионирования. Показана система контроля установки на основе программируемого реле ОВЕН ПР100. Представлены результаты работы системы контроля с анализом и выводами.

25

Сезонный аккумулятор теплоты и холода для энергоснабжения

Для России актуальной проблемой является сезонное аккумулирование тепловой энергии летом для зимы и холода зимы для летнего периода. В статье — об исследовании, проектировании и создании подземного аккумулятора для внедрения в существующую систему теплоснабжения энергоэффективного дома.

39

О капремонте системы водяного отопления в МКД старой застройки

При капитальном ремонте системы отопления в МКД, построенных в 1950–1960 годах, стальные трубопроводы частично или полностью заменяют на пластиковые, а вместо чугунных радиаторов устанавливают биметаллические. Кроме того, устанавливают автоматический индивидуальный тепловой пункт (АИТП)...

48

Особенности обеспечения микроклимата крытых ледовых арен

В статье — о воздухораспределении СКВ ледового поля ледовой арены с многоступенчатым смешиванием наружного и рециркуляционного воздуха, удаляемого из верхней и нижней частей обслуживаемой зоны помещения. Система снижает энергозатраты на кондиционирование воздуха в холодный период года.

59

Возможности энергоменеджмента в бюджетном секторе

Мы привыкли говорить об энергоменеджменте применительно к промышленным предприятиям, чаще всего крупным и ресурсоёмким. И непривычно применять данную систему к небольшим, тем более бюджетным организациям. Однако никаких ограничений стандарт, да и сама методика, не накладывают...

66

Геотермия Дагестана: научные школы, практика, перспективы

В России Республика Дагестан занимает первое место по разведанным запасам геотермальных вод и второе после Камчатки по их добыче. О достижениях в области бурения и эксплуатации геотермальных месторождений, уникальных успехах дагестанской геотермальной научной школы — в данной статье.

70

Ежемесячный отраслевой журнал
№ 2005 в Перечне ВАК Министерства образования и науки РФ (от 01.03.2021)
Учредитель и издатель:
ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»
Директор:
Константин Михасев
Главный редактор:
Александр Гудко
Технические редакторы:
Сергей Брух, Александр Говорин
Руководитель отдела рекламы:
Татьяна Пучкова
Ответственный секретарь:
Ольга Юферева
Дизайн и верстка:
Роман Головко

Редакционная коллегия:
Председатель:
С. Д. Варфоломеев, член-корр. РАН, д.х.н., проф., ИБХФ им. Н. М. Эмануэля РАН
Сопредседатели:
А. С. Сигов, акад. РАН, д.ф.-м.н., проф., МИРЭА
Ю. Ф. Лачуга, акад. РАН, член президиума РАН, д.т.н., проф.
Заместитель председателя:
И. Я. Редько, д.т.н., проф., ИБХФ им. Н. М. Эмануэля РАН
Секция «Сантехника»
В. А. Орлов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»
Е. В. Алексеев, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»
Ж. М. Говорова, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»
Секция «Отопление и ГВС»
В. И. Шарапов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «УлГТУ»
А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ
М. В. Бодров, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО ННГАСУ
П. И. Дячек, д.т.н., проф., БНТУ
Секция «Кондиционирование и вентиляция»
М. В. Бодров*, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО ННГАСУ
Т. А. Дацюк, д.т.н., проф., СПбГАСУ
Г. М. Позин, д.т.н., проф., СПбГУТД
В. И. Прохоров, д.т.н., проф. кафедры «ТГиВ», НИУ МГСУ
Секция «Энергосбережение»
Э. Е. Сон*, акад. РАН, д.ф.-м.н., проф., МФТИ
В. Ф. Матюхин, д.т.н., проф., Центр МИРЭА
О. А. Сотникова, д.т.н., проф., ВГТУ
С. К. Шерьязов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО ЮУрГАУ
А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ
Секция «ВИЭ»
В. В. Елистратов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО СПбГПУ
Д. С. Стребков, акад. РАН, ВИЭСХ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ
П. П. Безруких, д.т.н., акад.-секр. секции «Энергетика» РИА
В. А. Бутузов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО КубГАУ
М. Г. Тягунов, д.т.н., проф., НИУ «МЭИ»
А. Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ
В. Г. Николаев, д.т.н., директор НИЦ «Атмограф»
С. В. Грибков, к.т.н., с.н.с., ФГУП ЦАГИ, учёный секретарь Комитета ВИЭ РосСНИО, акад. РИА
Секция «Биоэнергетика»
Р. Г. Василов*, д.б.н., проф., президент ОБР
Ю. Ф. Лачуга, акад. РАН, член президиума РАН, д.т.н., проф.
В. В. Мясоедова, д.х.н., проф., эксперт РАН, ФБГУН ИХФ РАН
А. Н. Васильев, д.т.н., проф., ВИЭСХ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ
Секция «Тепловые двигатели»
А. А. Малозёмов*, д.т.н., проф., ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»
Т. Ю. Салова, д.т.н., проф., Военный институт ВУНЦ ВМФ
А. Е. Свистула, д.т.н., проф., АлтГТУ им. И. И. Ползунова
* Руководитель секции.

Адрес редакции:
143085, Московская обл., Одинцовский р-н, раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2
Тел/факс: +7 (495) 665-00-00
E-mail: *media@mediatechnology.ru*

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС77-56668.
Перепечатка фотоматериалов и статей допускается лишь с письменного разрешения редакции и обязательной ссылкой на журнал (в том числе в электронных СМИ). Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Редакция не несет ответственности за информацию, содержащуюся в рекламных объявлениях.

Адрес в Интернете:
www.c-o-k.ru, www.forum.c-o-k.ru
Отпечатано в типографии:
«Тверской Печатный Двор», Россия.
Тираж 15 000 экз., цена свободная.
С.О.К.® — зарегистрированный торговый знак.
ISSN 1682-3524

231-й номер
03/2021

Новости 4

События

Техас удвоит мощности солнечных и ветровых электростанций за три года 9

Сантехника и водоснабжение

Арматура немецкого происхождения 10

Повышение эффективности коагулирования в процессах очистки сточных вод 14

Колодец XXI века 18

Видовой состав активного ила аэротенков с низкими удельными нагрузками 20

Способ контроля процесса Na-катионирования воды 25

Эффективное решение проблемы плохого качества смыва европейских компакт-унитазов 30

Отопление и ГВС

Vitodens 100: экологичное и инновационное отопление 36

Сезонный аккумулятор теплоты и холода для системы энергоснабжения здания 39

Котёл Proteus Premix в России 46

Нюансы проведения капремонта системы водяного отопления в жилых зданиях старой застройки 48

Ещё раз о «биметалле» 52

Кондиционирование и вентиляция

Библиотека информационных моделей «ВЕЗА» 54

Адаптация VRF-систем для российских условий эксплуатации. Часть 1 56

Особенности обеспечения микроклимата крытых ледовых арен 59

Энергосбережение и ВИЭ

Предотвратим климатическую катастрофу. Роль зданий и технологий в спасении мира 62

Возможности энергоменеджмента в бюджетном секторе 66

Геотермия Дагестана: научные школы, практическое использование, перспективы 70

References 78

Одной строкой

В 2006 году компания «Майбес РУС» стала эксклюзивным представителем Flamco в РФ, а уже в 2015-м был открыто собственное производство — комплекс в Ногинском районе Московской области. В прошлом году компания завершила интеграцию бренда Flamco и с тех пор носит название «Фламко РУС». В этом году «Фламко РУС» отмечает юбилей.

Hisense вошла в рейтинг Global Top Brands List 2020–2021 международной компании IDG, занимающейся изучением мирового рынка информационных технологий и телекоммуникаций. Компания Hisense вошла в следующие списки: «Десять ведущих брендов по производству бытовой электроники», «50 ведущих глобальных брендов по производству бытовой электроники».

LG Electronics Inc. в четвёртом квартале 2020 года зафиксировал рекордную прибыль за счёт активных продаж телевизоров и бытовых приборов на фоне пандемии коронавируса. Чистая прибыль в октябре-декабре составила 262,3 млрд корейских вон ($ 235,6 млн) по сравнению с убытком в размере 849,8 млрд вон за аналогичный период годом ранее.

Ведущий мировой производитель запорной арматуры для централизованного отопления и охлаждения Vexve Oy расширил ассортимент выпускаемой в Санкт-Петербурге продукции. Ассортимент сварных и фланцевых шаровых кранов расширен до размера DN 800. Начинается производство дисковых затворов размеров DN 300–1000.

Восьмого февраля 2021 года WILO Group успешно завершила сделку по приобретению акций берлинской Abionik Group у компании прямого инвестирования BID Equity, а также у других акционеров.

Дун Минчжу, президент и председатель правления GREE Electric Appliances, заняла в ежегодном рейтинге сотни самых влиятельных женщин мира Forbes 47 место. Весной 2020 года компания GREE переориентировала свои промышленные мощности, чтобы помочь в производстве большего количества масок и других материалов для борьбы с пандемией коронавируса.

Для любителей быстрой и бесплатной доставки «до дверей» — теперь продукция производства Tiemme, поставляемая компанией ООО «Брешиа», доступна в крупнейшем российском универсальном интернет-магазине Ozon.ru.

Немецкий автоконцерн Volkswagen намерен стать ведущим игроком на мировом рынке электромобилей до 2025 года. В прошлом году продажи электрокаров Volkswagen выросли более чем в три раза, а на 2021-й автоконцерн запланировал поставить на рынок более миллиона электромобилей.

Правительство утвердило правила новой программы поддержки ВИЭ на период 2025–2035 годов. Одной из ключевых новаций стал переход на отборы проектов по одноставочной цене. При этом сам по себе возврат капитала и доходность по отобранным проектам всё ещё будет осуществляться на основе ДПМ, существенные изменения коснутся формулы определения цены на мощность.

Viessmann

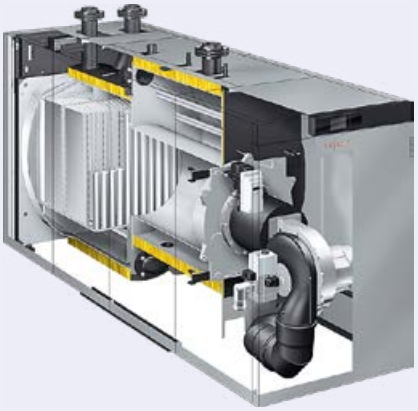
Котёл Vitocrossal с инновационной дисковой горелкой

Компактный, удобный и высокоэффективный — это новый газовый конденсационный котёл Viessmann Vitocrossal 300 (тип CRU). При номинальной тепловой мощности от 800 до 1000 кВт и допустимом рабочем давлении до 6 бар котёл подходит для коммерческих и промышленных предприятий, многоквартирных домов и муниципальных объектов.

Газовый конденсационный теплогенератор Vitocrossal 300 (тип CRU) с КПД 98% представлен в двух вариантах мощности — 800 и 1000 кВт. Компактные размеры и конструктивные решения, положенные в её основу, позволяют значительно упростить монтаж, особенно при модернизации систем отопления.

Горелка MatriX-Disc, которой комплектуется котёл, имеет диапазон модуляции 1:6 и обеспечивает высокую энергоэффективность работы отопительной установки.

За высокую энергоэффективность и экономный расход топлива в котлах Vitocrossal 300 (тип CRU) отвечают проверенные годами теплообменник из нержавеющей стали Inox-Crossal и инновационная дисковая горелка MatriX-Disc. Технические характеристики: номинальная мощность от 800 до 1000 кВт; стандартный КПД — до 98% (H_S); допустимое рабочее давление до 6 бар; диапазон модуляции — 1:6.



Testo

Новая линейка цифровых манометрических коллекторов Testo

Компания Testo представляет усовершенствованные модели манометрических коллекторов testo 550s и testo 557s, самый маленький манометрический коллектор в мире testo 550i, управляемый со смартфона смарт-зонд вакуума testo 552i, а также улучшенное мобильное приложение testo Smart App.

«Умные» цифровые манометрические коллекторы testo 550s и testo 557s с Bluetooth и двух- или четырёхходовым блоком клапанов, соответственно, предназначены для настройки систем кондиционирования и холода.

Приборы имеют большой графический дисплей (в отличие от сегментарного в коллекторах предыдущего поколения), что позволяет с лёгкостью следить за данными измерений в режиме реального времени. Полученные результаты могут быть переданы в мобильное приложение testo Smart App для дальнейшего анализа и документирования.

Оба манометрических коллектора оснащены пошаговыми ассистентами для основных типов измерений с автоматическим сохранением параметров. Bluetooth-соединение приборов со смартфонами улучшено (диапазон до 150 м), кроме того, коллекторы теперь могут работать по Bluetooth и со смарт-зондами. Подробнее о новой линейке читайте на сайте производителя — testo.ru.

Grundfos

Расширение линейки насосов Grundfos ALPHA Solar

Анонсированная Grundfos в 2017 году серия насосов ALPHA Solar, предназначенная для использования в составе систем теплоснабжения с солнечными коллекторами, получила новую модификацию для установки в контурах ГВС. Новая версия в специальном исполнении N имеет корпус из нержавеющей стали, что позволяет устанавливать насосы в контурах, где циркулирует обычная, не подготовленная вода.

Компактные, энергоэффективные и бесшумные циркуляционные насосы ALPHA Solar с электронно-коммутируемым двигателем могут работать как в режиме ручного управления с тремя фиксированными скоростями, так и в автоматическом режиме. В этом случае скорость вращения регулируется внешним контроллером посредством широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

Насосы Grundfos ALPHA Solar просты в монтаже, не требуют технического обслуживания и не нуждаются в дополнительной защите электродвигателя. Они способны функционировать при пониженном напряжении питания, вплоть до 150 В. Производительность насосов ALPHA Solar (в зависимости от модификации) достигает 3 м³/ч. Они способны создавать напор до 15 м вод. ст. и работать в контурах с давлением до 10 бар и температурой теплоносителя или воды от 0 до 110 °С.

Giacomini

Коллекторы Giacomini серии R583 – модульная конструкция

Коллекторный узел R583FK

Привычная для сантехнических коллекторов конструкция блоков на два, три и четыре отвода теперь применяется и для коллекторов отопления, в том числе для тёплого пола.

Серия коллекторов R583 — сборные коллекторы для отопления в размере 1″, с двумя, тремя или четырьмя отводами с наружной резьбой, соединение ¾″ «евроконус».

Корпуса коллекторных блоков имеют резьбовое соединение с кольцевой уплотнительной прокладкой, что позволяет производить быстрое соединение блоков между собой без дополнительной герметизации.

Модель R583S снабжена отсечными балансировочными клапанами для регулирования расхода по отводам и перекрытия шестигранным ключом. Модель R583V имеет регулировочные вентили с пластиковой рукояткой, которая может быть снята для установки сервопривода автоматического управления клапаном. Модели R583M представляют собой коллекторы, оснащённые встроенным расходомером. На базе данных серий выпускаются предварительно собранные на кронштейнах коллекторные узлы R583DK и R583FK, снабжённые шаровыми кранами на вводе в гребёнки, сервисными группами с автоматическими воздухоотводчиками и клапанами наполнения/слива системы.

Одной строкой

:: Компания WOLF, эксперт в области систем отопления и вентиляции, объявила о начале сотрудничества с фондом защиты мирового океана One Ocean. Вместе с другими партнёрами, среди которых Rolex, Audi, Allianz и Intesa Sanpaolo, немецкая компания планирует реализовать ряд проектов, направленных на повышение устойчивости гидросферы планеты.

:: Компания Xylem приглашает студентов к совместному решению проблем водных ресурсов и предлагает принять участие в международном конкурсе Xylem Global Student Innovation Challenge 2021. Целью мероприятия является привлечение учеников и студентов университетов со всего мира для совместной разработки инновационных проектов по борьбе с проблемами водных ресурсов.

:: Российский фонд прямых инвестиций (РФПИ) и «Фортум», ведущая энергокомпания в Северной Европе и лидер в области ВИЭ России, инвестируют в проект строительства солнечной электростанции (СЭС) мощностью 116 МВт в Республике Калмыкия.

:: Таганрогский котлостроительный завод «Красный котельщик» (ТКЗ) подписал договор на поставку парового котла типа Е-140-10,4-515Г и котельно-вспомогательного оборудования для ПАО «Акрон» (входит в состав группы «Акрон»), одного из крупнейших производителей минеральных удобрений и промышленной продукции (город Великий Новгород).

:: Один из парков Екатеринбурга перешёл на освещение с помощью солнечной энергии. Совместный проект был реализован компанией «Хевел» и группой «Кортрос». В рамках проекта на территории Преображенского парка было установлено восемь комплектов автономного освещения. В составе каждого — светодиодный светильник мощностью 40 Вт, два солнечных гетероструктурных модуля общей мощностью 640 Вт, аккумулятор ёмкостью 200 А·ч, а также АСУ.

:: Совсем недавно, в 2018 году, в Германии была установлена стотысячная домашняя система накопления энергии (СНЭ), а сегодня число домашних СНЭ в стране уже превысило 280 тыс. единиц.

:: Сенат Берлина одобрил проект местного закона о солнечной энергии (Solargesetz). Ранее, в феврале 2021 года, он был одобрен Советом руководителей муниципалитетов. Теперь законопроект будет передан в Палату представителей для обсуждения и окончательного утверждения. Закон начнёт действовать с 1 января 2023 года, сообщает Renen.ru.

:: Китай намерен начать строительство ряда плотин и ГЭС на реке Ярлунг Цангпо (верхний участок реки Брахмапутра, которая течёт из Тибета в Индию и Бангладеш) в 2021 году, сообщает Renen.ru. Гидроэнергетический комплекс Ярлунг Цангпо, состоящий из нескольких плотин, может достичь мощности 60 ГВт.

:: Правительство Дании приняло решение о строительстве искусственного острова в Северном море. Намывная территория в 80 км от полуострова Ютландия получит собственную гавань и будет обслуживать работу 200 ветрогенераторов, сообщается на сайте Российской Ассоциации Ветроиндустрии (РАВИ).

WILO

Компания WILO приобрела Abionik Group

Восьмого февраля 2021 года WILO Group успешно завершила сделку по приобретению акций берлинской Abionik Group у компании прямого инвестирования BID Equity, а также у других акционеров.

Таким образом, WILO Group расширяет область своей компетенции как поставщик технологичных решений в сфере очистки воды. В настоящее время на 11-ти производственных и торговых предприятиях Abionik в Европе и Азии работают около 170 штатных сотрудников. В Abionik Group входят компании Martin Systems, Likusta Umwelttechnik и Steinhardt, специализирующиеся на очистке сточных вод и отработанного воздуха, а также на очистке дождевой воды и противопаводковой защите. Используя продукцию Abionik Group, а также имеющийся собственный портфель и портфель компании GVA, приобретённой в 2016 году, компания WILO сможет предложить заказчикам значительно более широкий спектр решений для управления водными ресурсами, а также для отраслевых сегментов.

Adrian Group

Adrian Group представляет доступные смарт-решения

Если необходимо контролировать несколько зон отопления дистанционно, а сложная система управления кажется излишне дорогой, компания Adrian Group предлагает решение. Multi-RAD Smart может управлять до четырёх зон нагрева, по запросу и больше. Система позволяет легко управлять отоплением с помощью смартфона с бесплатным приложением, в котором отображается вся необходимая информация о зоне нагрева, например, желаемая температура, фактическая температура, график температур, режим в зоне, создание еженедельных программ и т.д. Просто и быстро — всё необходимое под рукой, чтобы взять систему отопления под контроль и сэкономить финансы.

NAVIEN

Новинка – настенный газовый одноконтурный котёл Deluxe One 40 кВт

Компания NAVIEN, лидер продаж настенных котлов в России, анонсировала новинку — настенный газовый одноконтурный котёл Deluxe One 40 кВт, которому нет равных благодаря уникальным техническим и мощностным характеристикам.

Настенный котёл выполнен на одной платформе с двухконтурным котлом Deluxe S и сохранил все преимущества флагманской модели: высокопроизводительный насос (6 м, 35 л/мин.), фильтр отопительной воды, встроенный трёхходовой клапан, дефорсированную камеру сгорания и другие. Котёл имеет отдельные выходы для подключения бойлера и универсальное подключение коаксиального дымохода 60/100 мм с возможностью перехода на раздельный дымоход. Deluxe One идеально подходит для работы с внешним бойлером косвенного нагрева.

Котёл Deluxe One получил интуитивно понятную сенсорную панель управления с функцией просмотра журнала ошибок и погодозависимым регулированием. Плата управления защищена от перепадов напряжения SMPS-чипом и имеет удобную колодку для подключения внешних датчиков.

Особенности котла: теплообменники из нержавеющей стали; модулируемая система турбонаддува; безопасная и стабильная работа котла при частых колебаниях напряжения в электросети; стабильная система защиты от замерзания; высокий комфорт ГВС (возможность подключения бойлера косвенного нагрева); лёгкое подключение к бойлеру и простой монтаж за счёт встроенного трёхходового клапана; корейский тип подключения гидравлической группы. Гарантия — два года.

Reflex Winkelmann GmbH

Обновление линейки расширительных баков Reflex

Начиная с 1 апреля 2021 года на складах компании доступна к заказу новая линейка расширительных баков серии N, которая пришла на смену линейки расширительных баков серии NG. Новая линейка баков будет представлена в объёме от 8 до 140 л включительно. Подробное описание и технические характеристики вы сможете найти на сайте компании и в специальных буклетах, которые подготовлены специально для вас.

Вот некоторые особенности новой линейки: международная заводская гарантия пять лет; расширительные баки серии N производятся на заводе в городе Ален (Германия); новый современный дизайн упаковки товара из ламинированного, перерабатываемого картона (обновлённая заводская графическая наклейка с QR-кодом); руководство по монтажу и эксплуатации на русском языке.

Производитель акцентирует внимание потребителя на новых артикулах, новых размерах упаковки, весе, а также на новом количестве штук на поддоне.

Компания надеется на продолжение надёжного, конструктивного сотрудничества и обеспечит полное сопровождение продукта.

Журнал СОК

Материалы конференции «Практика применения ВИЭ для энергоснабжения зданий»

17 марта 2021 года журналом СОК с успехом была проведена веб-конференция «Практика применения ВИЭ для повышения надёжности и эффективности систем энергоснабжения зданий».

Участники обменялись опытом по созданию инженерных систем с использованием ВИЭ-технологий, обсудили технические и экономические нюансы реализованных проектов. Эксперты разобрали суть проблем, с которыми приходится сталкиваться компаниям при обустройстве систем теплоснабжения и энергоснабжения зданий с использованием возобновляемых источников энергии, провели параллели с зарубежным опытом.

Были рассмотрены проекты с использованием тепловых насосов, солнечных коллекторов и панелей, биотопливных теплогенераторов, ветрогенераторов и другого ВИЭ-оборудования.

С материалами конференции (презентации и видео) можно ознакомиться, перейдя по данному QR-коду:

FUNAI

Приточно-вытяжная вентиляционная установка FUJI от FUNAI

FUNAI представляет приточно-вытяжную вентиляционную установку FUJI («Фу́дзи»), которая обеспечивает приток свежего воздуха в помещение. Установка FUJI уже доступна для заказа. Товар в наличии на складах.

FUNAI FUJI не только подаёт до 150 м^3/ч свежего уличного воздуха, предварительно очищенного, нагретого в зимний период времени или охлаждённого — в летний, но также удаляет из помещения до 135 м^3/ч загрязнённого воздуха. Производительности FUJI достаточно для обработки воздуха в помещениях площадью до 75 м^2.

Характеристики: производительность по притоку воздуха — 150 м^3/ч, по вытяжке загрязнённого воздуха — 135 м^3/ч; многоступенчатая система очистки воздуха: предварительные фильтры класса G3 на притоке и на вытяжке, фильтр медицинского класса очистки HEPA H12; встроенный датчик VOC (Volatile Organic Compounds — летучие органические вещества и их смеси: углеводороды, альдегиды, спирты, терпеноиды и др.); ионизатор для улучшения качества воздуха; монтаж даже при чистовой отделке; компактные размеры; можно разместить горизонтально или вертикально. О прочих параметрах можно прочесть на сайте производителя.

ВИЭ

В России впервые примут климатическое регулирование

По информации Российской Ассоциации Ветроиндустрии (РАВИ), 17 февраля 2021 года Правительство РФ на заседании поддержало подготовленный Минэкономразвития законопроект об ограничении выбросов парниковых газов. Документ предусматривает введение поэтапной модели регулирования выбросов парниковых газов без налогообложения и обязательных платежей.

«Правительство по поручению Президента Российской Федерации подготовило проект закона об ограничении выбросов парниковых газов. Это часть наших международных обязательств в рамках Парижского соглашения и новая климатическая политика России. Такое регулирование мы принимаем впервые», — сказал премьер-министр Михаил Мишустин на заседании кабмина.

GREE

Технология центробежного компрессора GREE сертифицирована CAST

Высокоэффективная технология центробежных компрессоров GREE с газодинамическими подшипниками — одна из ведущих технологий производства оборудования. Технология вошла в десятку ключевых достижений области и стала единственной технологией в сфере кондиционирования среди 50 других в списке. Особенности технологии газодинамических подшипников GREE: повышение эффективности работы центробежных компрессоров производительностью от 280 до 1055 кВт; вклад в национальную стратегию энергосбережения и сокращения выбросов; продвижение в разработке автомобилей с новыми источниками энергии и других развивающихся отраслей промышленности.

ВИЭ

Названы самые перспективные районы для ветряных станций

Выгоднее всего строить ветряные энергостанции на Волге, а солнечные станции — в Дагестане, Алтае, Тыве, Бурятии, Забайкальском крае, Амурской области, Приморском крае и Еврейской автономной области, сообщила РИА «Новости» старший научный сотрудник РАНХиГС, генеральный директор ассоциации «Цель номер семь» Татьяна Ланьшина по итогам презентации докладов о перспективах использования энергии ветра и солнца в России.

Согласно расчётам, производство ветровой электроэнергии оптовом рынке обходится в среднем в 6,4 руб. за 1 кВт·ч, что вдвое дороже, чем стоимость такого типа энергии в мире, и дороже, чем газовая генерация в России. Пока производство энергии от ветра занимает 0,4 % (чуть больше 1 ГВт) от общей установленной мощности, 0,7 % от общей установленной мощности занимает солнечная энергия. В России только недавно стали производить оборудование для ВЭУ, поэтому капитальные вложения пока высоки. Небольшие объёмы российского рынка ветроэнергетики также не дают возможность снизить затраты.

В 2020 году спрос на ВЭУ увеличился на 10 процентов

По итогам 2020 года общий объём проавансированных заказов на «оншорные» ветроэнергетические установки (ВЭУ) составил 26 ГВт, что превысило показатели 2019 года на 10 %. При этом в первые пять месяцев минувшего года, когда была объявлена пандемия коронавируса, спрос на ВЭУ резко снизился. Ситуация стабилизировалась в последние семь месяцев, сообщает Российская Ассоциация Ветроиндустрии (РАВИ). Этот объём пришёлся на пять крупнейших западных производителей ВЭУ: Vestas, Siemens Gamesa, Nordex, GE и Enercon. Наибольшая активность имела место в четвёртом квартале 2020 года: производители отчитались об «оншорных» заказах на 9,1 ГВт, поступивших из 22 стран.

ВИЭ

«Зелёный» водород в России – миф или реальность?

Третьего марта РАВИ совместно с Российско-Германской внешнеторговой палатой экспертно обсудили будущее перспективного природного ресурса на онлайн-конференции. В связи с ухудшением экологии и исчерпаемостью природных ресурсов многие развитые страны всерьёз задумались о переходе на «водородную» экономику. Идею одобрил и Евросоюз, подписавший ряд документов, которые должны поспособствовать ускорению процесса перехода. С оглядкой на Запад в России также заговорили о «зелёном» водороде — не только как об избавителе от парниковых газов, но и как о важной статье экспорта. В недалёком будущем доля страны на «водородном» рынке должна составить солидные 16 %. В 2021 году Минэнерго планирует подготовить собственную «водородную» стратегию.

KiteX

Переносной ветрогенератор Wind Catcher

Датский стартап KiteX разработал ветроэлектрическую установку Wind Catcher, отличающуюся лёгкостью и портативностью. Этот ветрогенератор весит всего 10 кг, компактно складывается на время транспортировки и устанавливается одним человеком примерно за 15 минут. При разработке Wind Catcher специалисты KiteX вдохновлялись воздушным змеем для кайтсерфинга и ветряными турбинами воздушного базирования. Это не первое устройство KiteX, предназначенное для взаимодействия с ветром. Ранее компания создала прикрепляемый к смартфону измеритель скорости ветра и парящую ветряную турбину на основе воздушного змея. Каркас Wind Catcher собирается из стержней, изготовленных из стекловолокна, переработанного пластика и пенополистирола. Ветрогенератор фиксируется вертикально с помощью трёх растяжек из нейлоновых ремней, которые соединяют стойку устройства с вбитыми в землю кольями. Готовая к работе ветроэлектрическая установка имеет диаметр ротора 4 м и занимает в высоту 6 м. К устройству можно напрямую подключать различные электроприборы без использования дополнительного оборудования.

ЖКХ

В День работников ЖКХ дан старт суперчемпионату сантехников

Оргкомитет чемпионата «Лучший сантехник. Кубок России» принял решение в 2021 году провести «звёздный» Кубок Кубков. В нём примут участие финалисты за прошедшие десять лет из 33 регионов России.

Объявление о старте чемпионата появилось на сайте день-сантехника.рф 21 марта, в День работников ЖКХ. Как сообщают организаторы, на протяжении нескольких месяцев участников по традиции будут ждать несколько отборочных этапов, которые длятся около полугода и носят социальный характер.

В первом отборочном туре конкурсанты установят сантехнику нуждающимся в своих городах. Так они смогут продемонстрировать своё мастерство на деле и в то же время оказать реальную помощь ветеранам, инвалидам, многодетным семьям. На втором этапе участники проведут занятия с молодёжью, которая стоит перед выбором будущей профессии.

Финал чемпионата назначен на 11 ноября 2021 года. В него попадут только лучшие из лучших. Претенденты выполнят теоретические и практические задания, разработанные по стандартам WorldSkills, и смогут выиграть солидный приз.

БРОЕН
СДЕЛАНО В РОССИИ

РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

Шаровые краны · Балансировочные клапаны · Регулирующие клапаны · Поворотные затворы

Производственный комплекс БРОЕН в России в городе Коломна

43 филиала
в 33 городах
www.lunda.ru

LUNDA
инженерные системы

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР БРОЕН

Реклама.

Площадь складов LUNDA более

20 000 м²

Складской запас
более 1 миллиарда рублей

СОБСТВЕННЫЙ АВТОПАРК LUNDA
автомобили разной грузоподъемности

Более **100**

производителей из Европы и Росиии
доверяют LUNDA дистрибьюцию
своей продукции

Экспресс-доставка LUNDA

Доставка через ТК
в любой город России

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

ОХЛАЖДЕНИЕ

ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Стальные шаровые краны

БАЛЛОМАКС®

10 000 м²

Площадь производственного комплекса
БРОЕН в городе Коломна

19 лет

БРОЕН производит в России
шаровые краны
и регулирующие клапаны

LUNDA

www.lunda.ru
www.broen.ru

БРОЕН
СДЕЛАНО В РОССИИ

Техас удвоит мощности солнечных и ветровых электростанций за три года

В середине февраля в штате Техас (США) произошли аварии в энергосистеме, вызванные экстремально холодной для этих мест погодой. Причиной нарушения энергоснабжения стала фундаментальная неготовность энергетической инфраструктуры штата к таким холодам.

Автор: Владимир СИДОРОВИЧ, Renen.ru

Обычно пик потребления электроэнергии и мощности в Техасе отмечается летом, когда работает кондиционирование. Февральский пик потребления из-за холодов даже превысил летний, к чему оператор (ERCOT) и система оказались не готовы. Аналогичный «блэкаут» произошёл в Техасе в 2011 году. Уроки не были выучены.

В штате замёрзли нефтяные промыслы и объекты газовой инфраструктуры. Произошли аварии в газотранспортной и газораспределительной системах, в результате чего отключились некоторые газовые электростанции. Кроме того, замёрзшее оборудование на инфраструктурных объектах привело к отключению угольных и атомных электростанций.

В этой ситуации звучащие обвинения возобновляемой энергетики и ветроэнергетики, в частности, в нарушениях энергоснабжения являются откровенной дезинформацией.

Ветровая и солнечная генерация, в целом, показали относительную устойчивость в условиях реализации погодных рисков. Было отмечено лишь плавное снижение выработки ветровых электростанций, профиль которого мало отличался от обычного, характерного для периодов ослабления ветра.

Как сообщает S&P со ссылкой на «самые последние данные» ERCOT, в период с 2021 по 2023 годы разработчики добавят в Техасе примерно 35 ГВт солнечных и ветровых электростанций, что более чем вдвое увеличит нынешнюю общую установленную мощность этих возобновляемых источников энергии в штате. Если сейчас она составляет около 30 ГВт, то к концу 2023 года достигнет 64 ГВт. Для сравнения, установленная мощность газовых электростанций Техаса сейчас составляет примерно 60 ГВт.

Если раньше в сегменте ВИЭ в штате развивалась в первую очередь ветровая энергетика, то теперь основной рост мощностей обеспечит энергетика солнечная. По данным Управления энергетической информации США (Energy Information Administration, EIA), Техас займёт первое место в стране по приросту установленной мощности солнечной энергетики в текущем году. В Техасе строится крупнейшая солнечная электростанция США — Центр солнечной энергии «Самсон» (Samson Solar Energy Center) мощностью 1310 МВт. Её планируют запустить в 2023 году.

По мере роста мощностей, работающих на основе солнца и ветра, всё более важную роль в балансировании спроса и предложения будут играть системы накопления энергии.

Согласно данным ERCOT, установленная мощность батарей, подключённых к системе, может вырасти с 225 МВт в 2020 году до 1,7 ГВт в 2021 году и более чем до 2 ГВт в 2022 году. Но это лишь небольшая часть портфеля перспективных проектов накопления энергии размером 26 ГВт, которые изучаются ERCOT.

В начале февраля французский нефтегазовый концерн Total приобрёл портфель солнечных проектов в Техасе — четыре гигантские солнечные электростанции общей мощностью 2,2 ГВт, каждая из которых оснащена батареями (системами накопления энергии) общей мощностью 600 МВт. Они будут введены в эксплуатацию в 2023–2024 годах.

Могут ли события середины февраля повлиять на реализацию указанных проектов солнечной и ветровой энергетики в Техасе? Маловероятно. Всё уже давно оформлено и строится.

САНТЕХНИКА
И ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Арматура немецкого происхождения

Многие термины и наименования изделий в профессиональной инженерной сантехнике перешли в русский язык из немецких или более ранних латинских источников. Так, например, слово «арматура» немецкого происхождения — Armatur, которое было заимствовано из латинского языка. Это обозначение встречается в названии многих немецких компаний, связанных с арматурной отраслью, в их числе: ARI-Armaturen, VAG-Armaturen GmbH, ZWICK Armaturen GmbH, Gebo-Armaturen GmbH, Profactor Armaturen GmbH и другие.

Автор: Густав РАЙШ, технический специалист Profactor Armaturen GmbH

Современный дизайн запорной арматуры повторяет представления древних римлян

Сантехническая арматура делится на множество типов, основным из которых является кран. Он был известен ещё древним римлянам и вместе с ними пришёл в Европу. С давних времён немцы именуют кран Hahn — петух. Это название могла подсказать необычная форма запорного устройства, устанавливаемого в трубопроводной системе водоразборных фонтанов и колонках в крупных городах. У наблюдательных горожан выходной патрубок крана мог ассоциироваться с клювом, а рукоятка с гребнем. Хотя по сохранившимся изображениям древнеримских кранов видно, что рукоятка некоторых изделий действительно изготавливалась в виде петуха, тогда название Hahn вполне обоснованно. Позже его заимствовали англичане, но они до сих пор называют кран по-своему — Cock.

Специалистов компании Profactor Armaturen GmbH заинтересовала история происхождения и обозначения крана термином Hahn. По этому поводу было проведено исследование, в ходе которого встретилась одна любопытная версия. Она уводит в далёкие исторические события, разыгравшиеся в Европе в конце V века н.э., когда германские племена завоевали западную часть Римской империи.

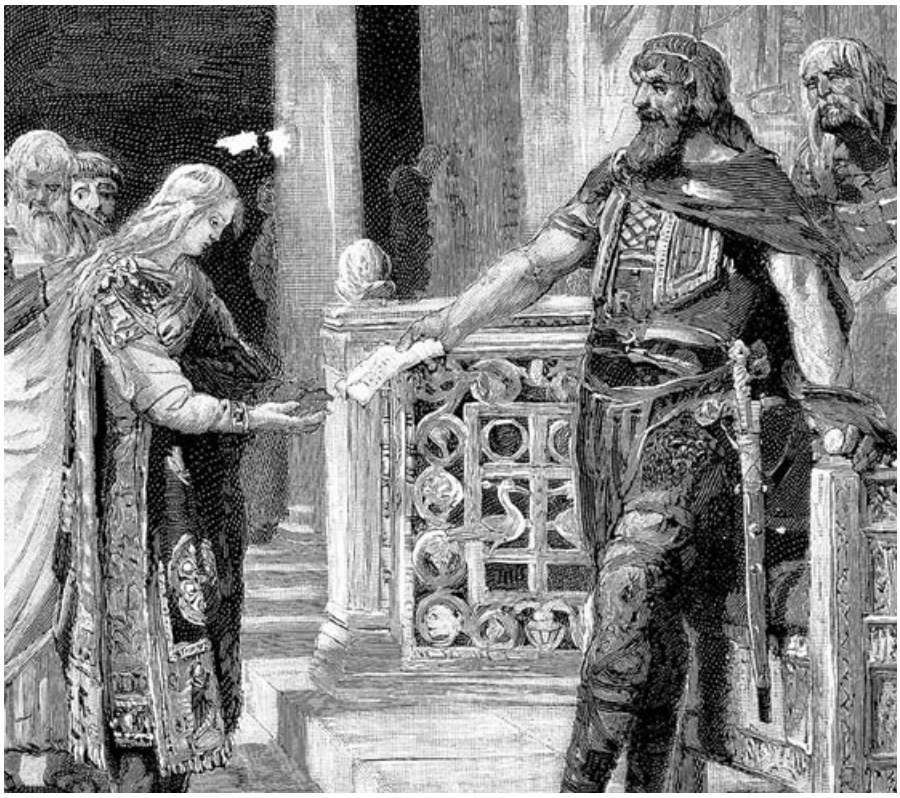
Всё началось с появления в Риме в 470–476 годах н.э. Одоакра — предводителя одного из германских отрядов наёмников-варваров. Этого наиболее заметного героя той эпохи историки хорошо изучили. В частности, о нём упоминает известный британский историк и мемуарист Эдвард Гиббон (Edward Gibbon) в своём труде «История упадка и разрушения Великой Римской империи», а также Питер Хизер (Peter Heather) — историк поздней античности и раннего средневековья, профессор средневековой истории в Королевском колледже Лондона, автор книги «Падение Римской империи». Учёные склоняются к тому, что Одоакр оказался одним из многих, кого вассалы западной части Римской империи вербовали на военную службу.

В книге «Падение Римской империи», в частности, отмечено: *«К середине V века н.э. Западная империя утратила почти все провинции под натиском германцев — потеряны Британия, Юго-Западная и Юго-Восточная Галлия, богатая Северная Африка, практически вся Испания. Казна стремительно опустела, борьба за власть лишь ухудшала положение; а без денег наёмники не повинуются, и их наниматели становятся заложниками».*

Фрагмент древнеримского свинцового водопровода, найденный в испанском городе Гисона

Древнеримские свинцовые трубы (I век н. э.), найденные в 1825 году в водах реки Роны неподалёку от Римского моста и ныне представленные в Музее античности Арля (Франция)

Древнеримские трубопроводы частично выполнялись из керамических (терракотовых) труб самого разного сечения, изготавливаемых методом обжига из железистой глины



Ромул Август отрёкся от престола Западной Римской империи 4 сентября 476 года

Историки установили, что Одоакр несколько лет служил в армии Флавия Ореста, полководца и начальника варваров. Солдаты, набранные из разных племён, требовали за службу денег, но казна была пуста. Напряжение в войсках усиливалось, успокоить разгневанных и неуправляемых воинов должен был Одоакр, но вместо того, чтобы выполнить свой долг, он возглавил бунтовщиков. Первым делом Одоакр пленил и казнил своего начальника Флавия Ореста, затем убил его брата Павла, а юного императора Флавия Ромула Августа отправил под домашний арест на виллу в провинции Кампания. Его часто называют Ромул Августул (от лат. *Augustulus*) — «маленький Август» или «Августёнок» — последний император Западной Римской империи (475–476 годы).

Впервые в истории во главе римлян оказался предводитель германских варваров. Эдвард Гиббон пишет: *«Те, кто в Риме некогда оказались как рабы, стали слугами, затем союзниками и, наконец, правителями римлян, а точнее, "выродившихся потомков" повелителей мира»*.

Одоакр не принял императорский титул, он стал наместником западной части Римской империи под формальной властью Константинополя. Чтобы усмирить и успокоить германских собратьев, вождь раздал взбунтовавшимся воинам треть римских земель — преимущественно казённые поместья, и не стал подвергать конфискации виллы самих римлян. Так варвары стали хозяйничать на чужой территории и открыли для себя удивительные достижения римского коммунального хозяйства, включая водопровод и канализацию, водоразборные фонтаны и водонапорные колонки, бани и туалеты. До этого момента варвары практически не уделяли внимание гигиеническим процедурам и редко мылись, поэтому даже краны для них были в диковинку. Вот и назвали они эту диковинку первым словом, которое пришло на ум, — Hahn.

Монета 476 года с изображением Одоакра, правителя Западной части Римской империи

Почти 20 лет Одоакр правил западными землями Римской империи, частью Галлии и Норика, а также Сицилией. За это время германские наёмники-варвары остепенились и переняли от римлян многие традиции и технические достижения, включая систему подачи и отведения воды по трубам, а римские краны они продолжали называть Hahn, и это слово дошло до наших дней.

Древнеримские распределительные клапаны водопровода города Помпеи (I век н. э.), извлечённые из-под слоя вулканического пепла и ныне представленные в Национальном археологическом музее Неаполя (Италия). Материал — бронзовый сплав (медь, свинец, олово)

Гидротехника Древнего Рима известна не только по многочисленным археологическим памятникам и находкам — история сохранила для нас письменный труд «О водах города Рима» (De aquis urbis Romae), созданный в I веке н. э. Секстом Юлием Фронтином (Sextus Julius Frontinus), древнеримским политическим деятелем, полководцем и смотрителем римского водопровода. Из этого уникального свидетельства следует, что 2000 лет назад по всей Римской империи для подачи воды использовались свинцовые и керамические трубы, стандартизированные по 15-ти размерам, определявшим их диаметр и пропускную способность. Те же стандарты применялись к литым клапанам простейшей штекерной конструкции, изготовленным из свинца или бронзовых сплавов (медь, свинец и олово). Клапаны соединялись с трубами посредством свинцового припоя. В древнеримские города и посёлки вода доставлялась через систему акведуков, а с помощью водонапорных башен в водопроводе создавалось давление не менее 0,5 бар. Поток воды в системе трубопроводов регулировался изменением диаметров труб или клапанами. Так осуществлялось водоснабжение городских фонтанов, общественных бань и туалетов, предприятий и даже отдельных частных домов.

В своём исследовании аналитики Profactor Armaturen GmbH также уделили внимание трудам российских учёных и специалистов. Одним из них стал кандидат технических наук, технический эксперт Научно-промышленной ассоциации арматуростроителей (НПАА), инженер-механик, Олег Николаевич Шпаков — автор множества статей, монографий и книг в области истории арматуростроения.

Так, например, в книге «Эволюция конструкций трубопроводной арматуры» отмечено: *«К началу XIX века конструкции кранов, клапанов и задвижек в основном сформировались. В Глазго появилась первая в Европе арматурная компания — Shipman Valves Com., известная с 1798 года. Учреждённая в 1828 году компания John Mills Ltd. изготавливала запорные и контрольные клапаны из бронзы. Фирма Auld Valves Ltd. (производитель редукционных, регулирующих и предохранительных клапанов в Глазго) была основана в 1833 году».*

Олег Николаевич Шпаков, к.т.н., инженер-механик, технический эксперт НПАА

В этом древнем германском городе в 1864 году была основана компания Strube, а в 1885 году появился завод Polte. *«Эти компании специализировались на определённых типах арматуры. Schäffer & Budenberg сконцентрировалась на арматуре для горячего пара высокого давления, Polte уделяла внимание системам пожаротушения, установке арматуры для питьевой воды и крупному оборудованию. Strube специализировалась на производстве предохранительных клапанов и оборудования для локомотивов и судов»*, — пишет О.Н. Шпаков.

Технический эксперт НПАА отмечает, что в XIX веке в европейском и американском промышленном производстве происходил бурный рост количества специализированных арматурных компаний и разнообразных конструкций арматуры. Чертежи XIX века свидетельствуют о совершенном фасонном литье, точной машинной обработке деталей и сложившихся традициях в конструировании основных типов арматуры. Представление об этом даёт «Швейцарский политехнический журнал» 1856–1870 годов.

Манометры производства компании Schäffer & Budenberg и её преемника — Budenberg Gauge

Чуть позже, в 1850 году, в Магдебурге (город в центральной части Германии, столица земли Саксония-Анхальт) был открыт первый европейский завод для промышленного производства арматуры. Предприятие основали известные немецкие учёные — изобретатель мембранного манометра Бернард Шаффер (Bernhard Schäffer) и Кристиан Фридрих Буденберг (Christian Friedrich Budenberg). *«На рубеже XIX–XX веков компания Schäffer & Budenberg насчитывала в своём штате около 2300 рабочих»*, — уточняет О.Н. Шпаков.

В настоящее время компания Budenberg Gauge, преемник Schäffer & Budenberg, базируется в городах Ирлам и Солфорд (Большой Манчестер, Англия). Предприятие продолжает производить манометры, термометры, клапаны и коллекторы.

Однако компания Schäffer & Budenberg была не единственным предприятием по производству арматуры в Магдебурге.

Рекламный плакат Schäffer & Budenberg

Все немецкие предприятия дорожат ценным опытом и традициями, которые унаследовали от своих предков-основателей. И главным наследием является высокое качество товаров

Что касается трёх немецких арматурных заводов в Магдебурге, то они прошли все суровые испытания XX века, пережив Первую и Вторую мировые войны. Даже в тяжёлое военное время предприятия продолжали работать и выпускать арматурную продукцию, в том числе для военных нужд. После поражения фашистской Германии три предприятия вскоре были восстановлены и возобновили своё производство. Со временем их объединили в одну компанию Magdeburger Armaturenund Messgeratefabrik, которая стала главным предприятием по производству арматуры в ФРГ. Нынешний завод MAGWEN является преемником Magdeburger Armaturenwerke (MAW) и продолжает 150-летние традиции магдебургского арматуростроения. Эти традиции, ценные знания и опыт переняли и внедрили в работу многие немецкие производители сантехнической арматуры.

Все немецкие предприятия дорожат ценным опытом и традициями, которые унаследовали от своих предков-основателей бизнеса. Главным критерием этого наследия является поддержание высокого качества товара, обеспечение гарантий его надёжности, прочности и способности эффективно работать долгие годы. Такой подход к работе позволяет немецким брендам три века удерживать лидерство на мировом рынке и отвечать за качество продукции с обозначением «Сделано в Германии».

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА

XII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

X МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС

Энергосбережение и энергоэффективность.

IT ТЕХНОЛОГИИ. ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ. ЭКОЛОГИЯ

Санкт-Петербург

Дата проведения уточняется

Организатор

FarEXPO IFE

Тел.: +7 (812) 777-04-07; +7 (812) 718-35-37; st@farexpo.ru www.farexpo.ru

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1

Генеральный информационный партнер

ЭНЕРГЕТИКА И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ

Повышение эффективности коагулирования в процессах очистки сточных вод

Рецензия эксперта на статью получена 15.02.2021 [The expert review on the article received on February 15, 2021].

Загрязнение водной сферы стойкими органическими веществами представляет большую проблему для многих стран и территорий. При этом многие органические вещества целенаправленно создаются стойкими к воздействию природных факторов. Например, синтетические красители, отделочные препараты и другие химические вещества, используемые при производстве тканей [1–2].

Решениями проблемы являются сокращение сброса этих веществ со сточными водами и применение эффективных методов извлечения данных веществ из воды. Среди процессов очистки воды от стойких органических веществ наиболее экологичными являются разделительные процессы. Они обеспечивают реальную очистку воды в результате извлечения загрязнителей [3–4].

Однако только разделительными методами невозможно очистить воду от растворённых, коллоидных и микродиспергированных загрязнителей, присутствующих в сточных водах текстильных и многих других предприятий. Для извлечения этих групп загрязнителей используют разные методы очистки воды [5].

Метод коагулирования минеральными солями металлов имеет обширную область применения в процессах очистки коммунальных и промышленных сточных вод, в том числе для очистки воды от стойких органических веществ [6–8]. Основной недостаток метода коагулирования минеральными солями производственных сточных вод состоит в необходимости применения больших доз реагентов для извлечения загрязняющих веществ. Это типично для процессов очистки сточных вод от стойких органических веществ. Большие дозы коагулянтов и обусловленная этим необходимость

Решениями проблемы загрязнения водной сферы стойкими органическими веществами являются сокращение сброса этих веществ и применение эффективных методов извлечения данных веществ из воды

реагентного корректирования величины pH приводят к повышению минерализации очищенной воды и увеличению количества осадков. С другой стороны, расширение применения компактных установок очистки воды обусловило возможность реализации более сложных технологических приёмов коагулирования.

Значительный интерес в этой связи представляют процессы с возвратами взаимодействующих сред [9].

В процессах коагулирования сточных вод, наряду с разными механизмами коагуляции, загрязняющие вещества извлекаются также в результате взаимодействия с малорастворимыми гидроксидами металла коагулянтов. По опыту коагулирования известно, что многие загрязняющие вещества извлекаются в том числе и в результате сорбции поверхностью гидроксидов [10, 11]. Для подобных аквасистем описание процесса очистки воды минеральными коагулянтами может быть основано на теории коагуляционно-адсорбционных взаимодействий (коасорбции). Цель исследования состояла в определении возможности снижения доз минеральных коагулянтов и сопутствующих реагентов при заданной эффективности извлечения стойких загрязняющих веществ путём противоточного переноса твёрдой фазы осадка на предыдущие ступени разделения на основе закономерностей коасорбции.

УДК 628.316.13. Номер научной специальности: 05.23.04.

Повышение эффективности коагулирования в процессах очистки сточных вод

Е. В. Алексеев, д.т.н., профессор, кафедра «Водоснабжение и водоотведение», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Очистка сточных вод, содержащих стойкие органические вещества, наиболее эффективна при их извлечении из воды. Применение только разделительных методов не может обеспечить достаточную эффективность. Значительно лучшие результаты достигаются при комбинировании метода коагулирования стойких органических загрязнителей с последующими разделительными процессами. Это требует применения больших доз реагентов и приводит к большому количеству обводнённых отходов от процессов очистки воды. Цель исследований состояла в определении возможности снижения доз минеральных коагулянтов и сопутствующих реагентов при достаточной эффективности извлечения стойких загрязняющих веществ путём противоточного переноса твёрдой фазы осадка на предыдущие ступени разделения.

Ключевые слова: *сточные воды, стойкие органические загрязнители, синтетические красители, коагулирование, осадок, противоточный возврат.*

UDC 628.316.13. Scientific specialty number: 05.23.04.

Increasing the efficiency of coagulation in wastewater treatment processes

Ev. V. Alekseev, Doctor of Technical Sciences, Professor, the Department of Water Supply and Water Disposal, National Research University Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

Treatment of wastewater containing persistent organic matter is most effective when it is removed from the water. The use of separation methods alone cannot provide sufficient efficiency. Significantly better results are achieved by combining the method of coagulating persistent organic pollutants with subsequent separation processes. This will require the use of large doses of reagents and will lead to a large amount of watered waste from water treatment processes. The aim of the research was to determine the possibility of reducing the doses of mineral coagulants and related reagents with sufficient efficiency in the extraction of persistent pollutants by countercurrent transfer of the solid phase of the sediment to the previous separation stages.

Key words: *wastewater, persistent organic pollutants, synthetic dyes, coagulation, sludge, countercurrent return.*

Основной раздел

Для теоретического обоснования возможности наиболее полного использования реагентов в технологии коагулирования сточных вод необходимую формализацию процесса очистки воды целесообразно выполнить с использованием уравнения изотермы Ленгмюра (Langmuir), отражающим коасорбционный процесс в широком интервале концентраций [12]:

$$S_x = S_\infty \frac{K_i X_i}{1 + K_i X_i}, \quad (1)$$

где S_x — удельная коасорбция извлекаемого вещества, г/г; S_∞ — предельное значение коасорбции, г/г; K_i — константа коасорбционного равновесия; X_i — равновесная концентрация, г/м³.

Извлечение загрязняющих веществ из воды в процессе коасорбции может быть представлено уравнением материального баланса вида:

$$-Q\,dC = G\,dS_x, \quad (2)$$

где Q — расход сточных вод, м³/с; C — массовая концентрация загрязняющих веществ, г/м³; G — массовая скорость дозирования коагулянта, г/с.

Интегрированием уравнения материального баланса на интервале решения целевой задачи очистки воды (C_{en}; C_{ex})

$$G\int_0^{S_{ex}} dS_{(x)} = Q\int_{C_{en}}^{C_{ex}} dC \quad (3)$$

может быть найдена величина массовой скорости извлечения загрязняющих веществ по следующей формуле:

$$GS_{ex} = -Q(C_{ex} - C_{en}), \quad (4)$$

где C_{en} — содержание загрязняющих веществ в воде, поступающей на очистку, г/м³; C_{ex} — содержание загрязняющих веществ в воде после очистки, соответствующее равновесному значению, г/м³; S_{ex} — удельная коасорбция загрязняющих веществ [г/г], соответствующая остаточному содержанию их в очищенной воде C_{ex}. При стабильной технологии коагулирования, когда потоки Q_w и G постоянны по величине, уравнение (3) может быть представлено в виде:

$$\frac{G}{Q} = \frac{C_{en} - C_{ex}}{S_{ex}}. \quad (5)$$

Выражение (5) представляет собой уравнение рабочей линии процесса извлечения загрязняющих веществ. Отношение G/Q является удельным расходом коагулянта, обеспечивающим скорость изъятия загрязняющих веществ (4). Соответственно, для достижения заданной остаточной концентрации загрязняющих веществ в очищенной воде C_{ex} минимальная доза коагулянта $Д_к$ может быть определена по выражению:

$$Д_к = \frac{C_{en} - C_{ex}}{S_{ex}}, \quad (6)$$

где $Д_к$ — доза коагулянта, г/м³.

Минимальная доза коагулянта, обеспечивающая заданную эффективность очистки воды, в соответствии с уравнением (6), должна быть определена для соответствующего минимального значения удельной коасорбции. Это обуславливает необходимость применения больших доз коагулянтов и сопутствующих реагентов.

Теоретически, снижение необходимой дозы реагентов может быть достигнуто при увеличении удельной коасорбции и уменьшении разности начальной и конечной концентраций загрязняющих веществ. Практически это может быть достигнуто путём многократных контактов отделяемого концентрата гидроксидов коагулянта со сточной водой при постоянном увеличении равновесной концентрации. В этой связи практический интерес представляют процессы с возвратами взаимодействующих сред.

Теоретически, снижение необходимой дозы реагентов может быть достигнуто при увеличении удельной коасорбции и уменьшении разности начальной и конечной концентраций загрязняющих веществ

Реализация принципа возврата взаимодействующих потоков может быть осуществлена путём многократного отделения и переноса образовавшегося осадка в обрабатываемую воду по направлению, противоположному движению воды. Схема многоступенчатого процесса коагулирования воды с противоточным переносом отделённой дисперсной фазы приведена на рис. 1.

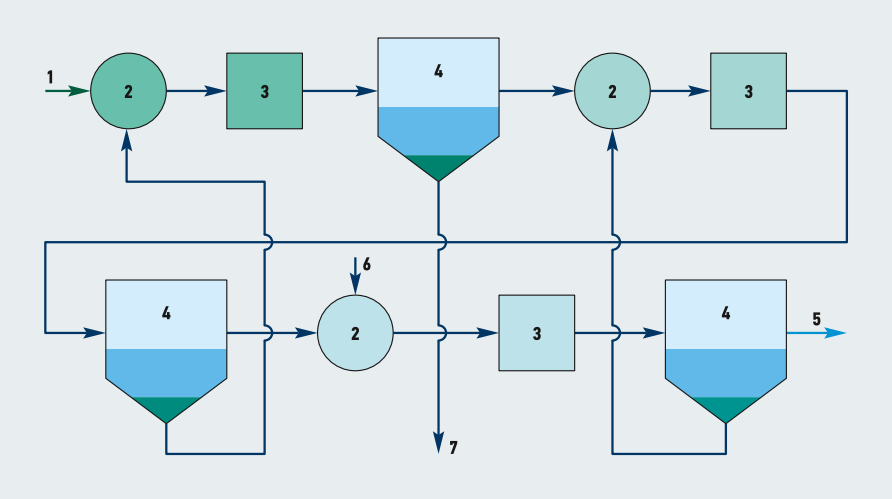


Рис. 1. Принципиальная схема многоступенчатого процесса коагулирования воды с противоточным переносом отделяемого осадка (1 и 5 — подача сточных вод и отведение очищенной воды; 2 — смеситель; 3 — камера флокуляции; 4 — разделительное сооружение; 6 — подача коагулянта; 7 — отвод осадка на обработку)

Противоточный перенос образовавшегося осадка может быть n-кратным. В этом случае необходимо назначить интервалы изменения концентрации загрязняющих веществ ($\Delta C = C_n - C_{n-1}$), а интегрирование уравнения (2) следует выполнить в пределах заданных интервалов концентраций:

$$-Q\int_{C_{n-1}}^{C_n} dC = G\int_{S_{n-1}}^{S_n} dS \qquad (7)$$

При постоянстве потоков Q_w и G в заданном интервале концентраций загрязняющих веществ на n-й ступени (ΔC) приходим к следующему выражению:

$$1-\frac{G}{Q}=\frac{C_{n-1}-C_n}{S_{n-1}-S_n}, \qquad (8)$$

где S_{n-1} и S_n — величины удельной коасорбции загрязняющих веществ при равновесных концентрациях на концах интервала (C_n; C_{n-1}) соответствующей ступени; n — число ступеней разделения; (n – 1) — число переносов твёрдой фазы осадка.

Формула (8) представляет собой уравнение участка рабочей линии процесса коагулирования на заданном интервале концентраций загрязняющих веществ ΔC, а отношение G/Q есть средняя доза коагулянта на этом интервале.

По этому уравнению видно, что с увеличением ступеней дозирования ход процесса извлечения загрязняющих веществ теоретически приближается к значениям изотермы, что означает практически полное использование сорбционной ёмкости реагента и, соответственно, минимальный его расход.

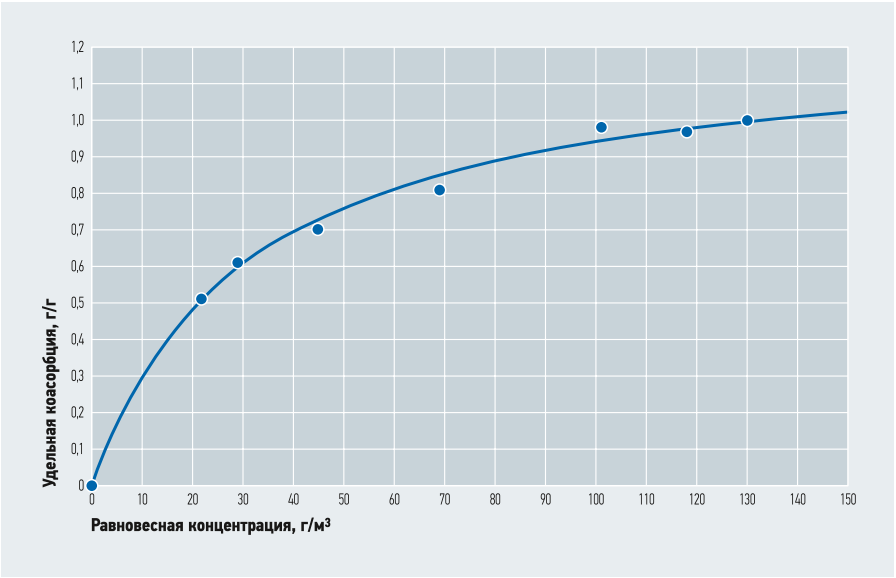


Рис. 2. Влияние равновесной концентрации на величину удельной коасорбции красителей

Соответственно, для каждой ступени разделения доза коагулянта может быть определена по уравнению:

$$Д_к = -\frac{C_{n-1}-C_n}{S_{n-1}-S_n}, \qquad (9)$$

здесь $C_n = C_{ex}$ и $S_n = a_{ex}$.

Однако аналитическое решение конечного уравнения (9) представляет трудность вследствие взаимозависимости C_n и S_n на конкретных ступенях разделения.

Результаты реализации одно- и двухкратного коагулирования сточных вод, содержащих синтетические красители, приведены на рис. 2–4. Результаты пробного коагулирования исследуемой воды разными дозами реагентов представлены в табл. 1. Полученные значения остаточных концентраций красителей при однократном введении коагулянта аппроксимированы уравнением изотермы Ленгмюра вида:

$$S_x = \frac{0{,}04\,X_i}{1+0{,}0323\,X_i}, \qquad (10)$$

Графическая интерпретация изотермы коасорбции по Ленгмюру приведена на рис. 2.

Влияние дозы коагулянта на снижение содержания красителей табл. 1

Показатели	Доза коагулянта, г/м³							
	0	20	35	50	100	150	200	250
Остаточное содержание красителей C_{ex} (равновесное значение X_i), г/м³	150	130	118	101	69	45	29	22

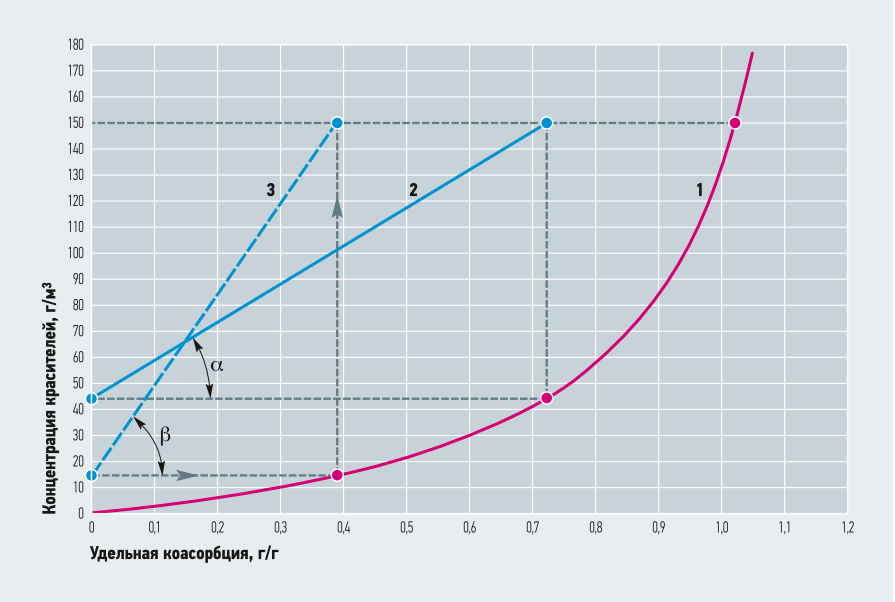


Рис. 3. Линии процесса одноступенчатого коагулирования красителей (1 — равновесная линия процесса; **2** — рабочая линия процесса однократного коагулирования дозой $Д_к$ = 150 г/м³; 3 — гипотетическая рабочая линия процесса однократного коагулирования дозой $Д_к$ = 330 г/м³)

Поскольку решение целевой задачи очистки воды заключается в максимально возможном извлечении загрязняющих веществ, то целевая равновесная концентрация должна быть минимальной. По изотерме видно, что минимальному значению равновесной концентрации будет соответствовать также минимальное значение удельной коасорбции, что обуславливает необходимость применения больших доз реагентов.

Для рассматриваемого примера уравнение линии равновесия будет иметь следующий вид:

$$X_i = 1{,}55\times10^4\frac{S_x}{617-500\,S_x}, \qquad (11)$$

где X_i — равновесная концентрация красителей в воде, г/м³; S_x — удельная коасорбция красителей [г/г], соответствующая равновесной концентрации X_i.

Линии процесса одноступенчатого коагулирования красителей показаны на рис. 3.

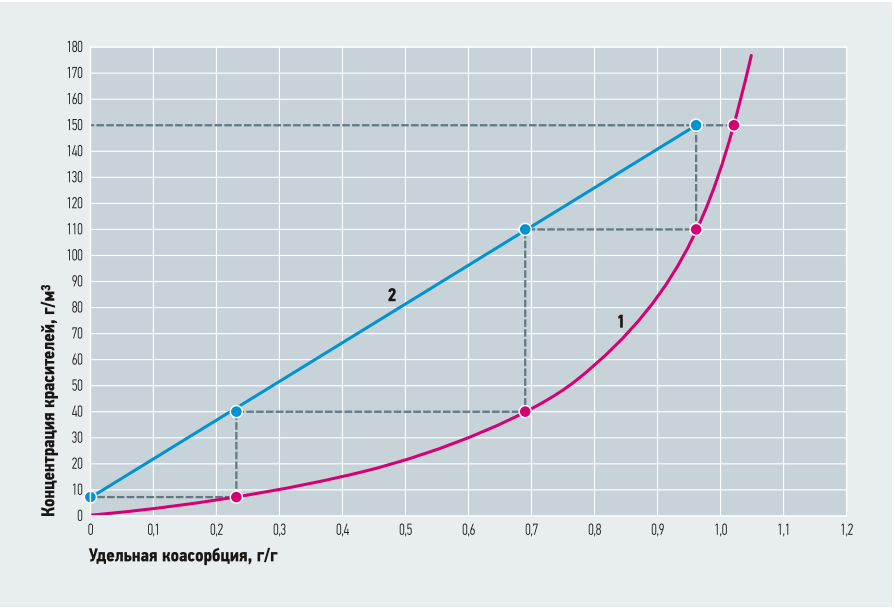


Рис. 4. Линии процесса очистки воды от красителей по трёхступенчатой схеме коагулирования с двукратным противоточным переносом осадка (1 — равновесная линия процесса коагулирования; **2 —** рабочая линия процесса двукратного коагулирования с дозой $Д_к$ = 150 г/м³)

Линия равновесия (кривая 1) устанавливает взаимосвязь между содержанием извлекаемого вещества в воде и в составе образовавшегося осадка. Например, для режима одноступенчатого коагулирования раствора красителей с фиксированной дозой коагулянта 150 г/м³ равновесная и рабочая линии процесса соответствуют линиям 1 и 2 (рис. 3).

В соответствии с уравнением (9), наклон рабочей линии на угол α задаёт величину необходимой дозы коагулянта. Соответственно, доза коагулянта равна тангенсу угла наклона рабочей линии.

В общем случае очистки воды коагулированием удельная коасорбция загрязняющих веществ ($\Delta C/Д_к$) теоретически не может быть ниже линии равновесия для соответствующей равновесной концентрации. Приближение рабочей линии к равновесной характеризует бóльшую полноту использования коагулянта. Так, начальное значение рабочей линии одноступенчатого коагулирования (линия 2) располагается в области значений концентрации красителей в конце процесса C_{ex} = 45 г/м³, что соответствует величине удельной коасорбции по формуле (10), равной 0,73 г/г. Это обуславливает малую степень использования сорбционной ёмкости гидроксидного осадка коагулянта. Практически это означает, что при необходимости осуществления более глубокой очистки воды потребуются значительно бóльшие дозы реагентов. Например, процесс очистки воды аналогичного состава до C_{ex} = 15 г/м³ иллюстрируется рабочей линией (линия 3), расположенной под углом β > α, что соответствует увеличению необходимой дозы коагулянта до 330 г/м³.

Проведение процесса коагулирования по трёхступенчатой схеме с двукратным переносом твёрдой фазы осадка по противоточной схеме обеспечивает возможность значительного сокращения расхода реагентов при сопоставимых дозах и достижение значительной эффективности очистки воды (рис. 4).

Анализ результатов (рис. 4) показывает, что при двукратном противоточном переносе твёрдой фазы осадка сорбционная ёмкость осадка гидроксида алюминия используется практически полностью. Сравнение результатов коагулирования в интервале доз $Д_к$ = 150–200 г/м³ с коагулированием по одноступенчатой схеме (рис. 1) в полной мере подтверждает преимущества технологии противоточного переноса гидроксильных осадков коагулирования, как по эффективности очистки воды, так и по расходу реагентов. Так, коагулирование дозой $Д_к$ = 150 г/м³ с двукратным переносом осадка в аналогичных условиях снижает содержание красителей до 6,5 г/м³ против 45 г/м³ при однократном коагулировании.

Процесс двухступенчатого коагулирования с однократным переносом осадка занимает промежуточное положение между рассмотренными. Он показывает меньшую эффективность извлечения загрязняющих веществ и экономию реагентов, что обусловлено бóльшим градиентом концентрации загрязнителей. Однако эта схема обеспечивает эффективную стабилизацию процессов коасорбции и седиментации осадка.

Очистка сточных вод методом коагулирования обладает значительной универсальностью в отношении загрязняющих веществ разного происхождения

Заключение

Очистка сточных вод методом коагулирования обладает значительной универсальностью в отношении загрязняющих веществ разного происхождения вследствие многофакторности взаимодействия с коагулянтами.

Применение технологии коагулирования сопровождается формированием концентрированных отходов, содержащих извлечённые загрязнения и пропорциональных непосредственно дозам использованных реагентов.

Применение многоступенчатого процесса коагулирования на основе рассчитанного по изотермам коасорбции конечного числа ступеней разделения и возвратов твёрдой фазы осадка обеспечивает наибольшую эффективность очистки воды при минимально достаточном расходе реагентов.

1. Majcen A. Le Marechal, Krianec B., Vajnhandl S., Volmajer J. Textile finishing industry as an important source of organic pollutants. Organic Pollutants Ten Years After the Stockholm Convention — Environmental and Analytical Update. InTech. 2012. Pp. 26-54.
2. Алексеев Е.В. Экологические аспекты очистки сточных вод, содержащих биологически стойкие органические вещества // Вода и экология: проблемы и решения, 2015. №4. С. 68–79.
3. Zaharia C., Suteu D. Textile organic dyes characteristics, polluting effects and separation/elimination procedures from industrial effluents — a critical overview. Organic Pollutants Ten Years After the Stockholm Convention — Environmental and Analytical Update. InTech. 2012. Pp. 55–86.
4. Sojkaledakowicz J., Koprowski T., Machnowski W., Knudsen H. Membrane filtration of textile dyehouse wastewater for technological water reuse. Desalination. 1998. Vol. 119. Issues 1–3. Pp. 1–10.
5. Chandrakant R. Holkar, Ananda J. Jadhav, Dipak V. Pinjari, Naresh M. Mahamuni, Aniruddha B. Pandit. A critical review on textile wastewater treatments: Possible approaches. Journal of Environmental Management. 2016. Vol. 182. Pp. 351–366.
6. Gonzalez T., Dominguez J., Beltran-Heredia J., Garcia H., Snachez-Lavado F. Aluminum sulfate as coagulant for highly polluted cork processing wastewater: evaluation of settleability parameters and design of a clarifier-thickener unit. Journal of Hazardous Materials. 2007. Vol. 148. Pp. 6–14.
7. Michel M.M., Tytkowska M., Reczek L., Trach Y., Siwiec T. Technological conditions for the coagulation of wastewater from cosmetic industry. Journal of Ecological Engineering. 2019. Vol. 20. Issue 5. Pp. 78–85.
8. Седова Е.Л., Воронцов К.Р., Буркова С.А. Влияние условий коагуляционной обработки на эффективность очистки лигнинсодержащей сточной воды по данным планированного эксперимента // Лесной журнал, 2019. Вып. 4. С. 159–167.
9. Алексеев Е.В. Принципы противоточного использования реагентов в технологии очистки сточных вод // Водоснабжение и канализация, 2010. №6. С. 62–68.
10. Al-Qodah Z. Adsorption of dyes using shale oil ash. Water Research. 2000. No. 34. Pp. 4295–4303.
11. Mona A. Abdel-Fatah, Sherif H.O., Agour Fatma, Hawash S.I. Textile wastewater treatment by chemical coagulation technology. Global Journal of Advance Engineering Technology and Sciences. 2015. No. 2. Pp. 20–28.
12. Ayari F., Srasra E., Trabelsi-Aydi M. Low-cost adsorbents for a dye uptake from contaminated water modeling of adsorption isotherms: the Langmuir, Freundlich and Elovich models. Surface Engineering and Applied Electrochemistry. 2008. No. 6. Pp. 76–86.

References — see page 78.

Колодец XXI века

Несмотря на рост популярности артезианских скважин, колодцы по-прежнему являются наиболее распространённым и востребованным решением для снабжения водой частных домохозяйств. Практически все его «исторические» недостатки устраняют современные автоматические системы подачи воды, например, компактные самовсасывающие насосные установки. При относительно небольшой стоимости они повышают удобство водоснабжения из колодца до уровня комфорта, присущего городской квартире.

Обеспечить в загородном жилище городской комфорт помогает решение нового поколения — автоматические самовсасывающие насосные установки, например, оборудование Grundfos серии SCALA

Сегодня даже домовладельцы, проживающие на даче в течение летнего сезона, для подъёма воды из колодца используют насос. Схемы могут быть разные: как совсем примитивные, с ручным пуском для наполнения накопительной ёмкости, так и более сложные, с расширительным баком и реле давления. Однако ни то, ни другое не позволяет создать в частном доме или на даче уровень комфорта, сравнимый с привычным для жителей городских многоэтажек.

Обеспечить в загородном жилище городской комфорт помогают автоматические самовсасывающие насосные установки, например, оборудование Grundfos серии SCALA. Это решение нового поколения, способное перекачивать воду с уровня ниже самой установки, обладающее всем необходимым функционалом и при этом исключительно простое в монтаже, настройке и эксплуатации. При габаритах, сопоставимых с размерами микроволновки, оно полностью заменяет всю цепочку устройств в привычных системах подачи воды. В зависимости от модификации установка способна обеспечить потребности дома высотой до четырёх этажей с 5–20 точками водоразбора, используя в качестве источника обычный колодец, накопительный резервуар или магистральный трубопровод. При необходимости на стороне всасывания можно установить фильтр.

SCALA1: решение на все случаи жизни

Самовсасывающая установка представляет собой полностью укомплектованное моноблочное решение для водоснабжения частного дома. Кроме того, она может использоваться для полива сада, огорода или посадок в фермерских хозяйствах, а также для повышения давления в домах с центральным водоснабжением (включая городские малоэтажные здания). Помимо собственно насоса в блоке заключены встроенный мембранный бак, реле давления и протока, обратный клапан на линии нагнетания и интуитивно понятная панель управления. Для подключения питания имеется кабель со штекером, а для коммутации с другими устройствами — встроенный цифровой вход (об этом ниже).

Источником воды для насоса может служить колодец с глубиной зеркала до 8 м. Оптимальное место монтажа выбирается в зависимости от конфигурации системы водоснабжения и может быть расположено как в доме, так и на улице. К примеру, подъём воды с максимальной глубины в 8 м предполагает, что установка размещена непосредственно у колодца.

SCALA1 способна создать напор до 55 м вод. ст. и обеспечить расход воды до 7 м³/ч. Это вполне достаточно для обеспечения нужд дома на несколько семей или небольшого фермерского хозяйства.

В процессе эксплуатации насос автоматически включается при потреблении воды, которое приводит к регистрируемому встроенным датчиком падению давления в системе. Когда потребление прекращается, SCALA1 отключается с задержкой в десять секунд, чтобы создать в системе постоянное давление.

Автоматическая насосная установка Grundfos серии SCALA2

Материал подготовлен пресс-службой концерна Grundfos

Все настройки и управление выполняются со встроенной панели с интуитивным интерфейсом и индикатором Grundfos Eye, который отображает режим работы оборудования. Кроме того, для удобства пользователя предусмотрена возможность дистанционного управления установкой по каналу Bluetooth с помощью установленного на смартфон бесплатного приложения Grundfos GO Remote. Оно даёт доступ к расширенным опциям, например, к настройкам антицикличности, то есть защиты от повторных пусков при утечках в системе. Также имеется календарь для настройки принудительных запусков по расписанию. Встроенный цифровой вход позволяет настроить управление установкой по командам внешних устройств, расположенных в радиусе 30 м. Например, это может быть поплавковый выключатель, реле давления на входе (используется для контроля давления при водозаборе из магистральной трубы) или детектор влаги в системах полива.

Для повышения удобства эксплуатации установка имеет встроенную защиту от сухого хода, утечек в системе и перегрева двигателя, уже упомянутую функцию антицикличности и опцию ограничения максимального времени работы. Благодаря этим особенностям SCALA1 практически не нуждается в сервисном обслуживании.

Двойная мощность для удвоенных потребностей

Если семи кубометров воды в час недостаточно для покрытия нужд потребителей, можно использовать сдвоенную установку SCALA1 Twin: два насоса, смонтированных на общем основании. Такая конфигурация даёт расход до 14 м³/ч и может обеспечить водой до 50 точек водоразбора в четырёхэтажном доме.

Между собой агрегаты соединяются через вход с помощью входящего в комплект для сдвоенной работы интерфейсного кабеля, а их гидравлические части — посредством всасывающего и напорного коллекторов. Это позволяет управлять системой как одиночной установкой. Вторая насосная установка включается автоматически, когда расход превышает 7 м³/ч. При этом можно настроить правила чередования, чтобы износ оборудования был равномерным.

Дополнительная опция — возможность использования одной из насосных установок в качестве резервной. В этом режиме максимальная производительность системы остаётся на уровне 7 м³/ч, но при отказе одной из насосных установок её дублирует вторая.

Автоматическая насосная установка SCALA2

Автоматика на страже комфорта

Как известно, даже в городских многоквартирных домах расход воды ограничен: всем хорошо знакома ситуация, когда при включении, к примеру, стиральной машины вода в душе вдруг становится слишком горячей. Решение проблемы заключается в автоматической коррекции напора в зависимости от расхода. Такая функция реализована в самовсасывающих насосных установках Grundfos SCALA2 со встроенным частотным преобразователем.

Интеллектуальный контроллер следит за давлением в системе и плавно регулирует частоту вращения электродвигателя при увеличении или снижении расхода. Тем самым обеспечивается постоянный напор во всех точках водоразбора, независимо от потребления других пользователей. Подобное решение применяется как в домах с автономным водоснабжением, так и в городских зданиях, где SCALA2 используется для повышения давления.

Несколько заключительных слов в защиту колодцев

Обычно отказ от колодца в пользу скважины мотивирован не потребностью в больших объёмах воды (которой для частного дома или дачи нужно не так уж и много), а её низким качеством: мутностью, присутствием взвеси и т.д. Однако чаще всего это обусловлено не недостатками колодца как решения, а ошибками при его обустройстве и отсутствием у исполнителей должной квалификации. Вот несколько примеров:

1. Неправильный выбор месторасположения колодца и времени проведения работ, как и отсутствие данных о гидрогеологии участка, могут привести к тому, что вода будет стоять слишком низко и её не хватит на покрытие имеющихся нужд. К примеру, известно, что уровень грунтовых вод падает до нижней отметки ранней осенью и зимой. Именно в это время лучше всего копать колодец, тогда в другие месяцы вода не опустится ниже.

2. Если вода мутная, значит между кольцами просачиваются дождевые стоки. Причиной могут быть разнообразные ошибки при монтаже колец: они осели, перекосились и между ними появились щели. Кроме того, опытные специалисты иногда герметизируют стыки между кольцами, например, жидким стеклом. Ещё одна возможная причина — неопытные рабочие выкопали колодец только до «первой воды». Он получился неглубоким и недорогим, но фактически стал отстойником для верховодки.

3. Если во время дождей, паводка или таяния снега колодец заливает, значит при его устройстве не сделали «замок». Так называют слой хорошо утрамбованной глины на глубину двух верхних колец. Глина не позволяет поверхностной воде размывать грунт вокруг колодца и просачиваться в него.

Кроме того, при сравнении качества колодезной и скважинной воды часто забывают, что последняя всегда требует фильтрации, поскольку содержит очень большое количество железа, солей жёсткости, а иногда марганца и других металлов. Под чистотой скважинной воды понимают отсутствие в ней органических и химических примесей. Однако без предварительной очистки использовать её всё равно нельзя, а такая очистка предполагает применение довольно сложных и дорогостоящих систем фильтрации.

Колодезная вода действительно может содержать примеси, которых нет в артезианской, но при этом от железа и солей металлов её обычно очищать не нужно. То есть вместо аэраторов, обезжелезивателей и умягчителей можно использовать фильтры для удаления органики и химических веществ. При правильном подходе на выходе получается вода того же качества, что и в городской сети.

Видовой состав активного ила аэротенков с низкими удельными нагрузками

В статье приведены результаты многолетних наблюдений гидробионтов активного ила аэротенков, работающих с продлённым временем аэрации, низкой нагрузкой по биохимическому потреблению кислорода (БПК), высокой дозой и большим возрастом ила и дана другая полезная информация.

Авторы: В.Б. СМИРНОВ, д.т.н., инженер-технолог; Н.П. ШЕВЧЕНКО, бактериолог, АО «Воскресенские минеральные удобрения»; А.Б. ГРИГОРЬЕВ, инженер, ООО «КлинВотер»

Введение

В процессе длительных наблюдений авторы провели анализ зависимости видового состава активного ила от технологических характеристик аэротенков. Выполнен анализ полученных материалов и предложено комплексное использование биоиндикаторных и биоэстимационных свойств гидробионтов активного ила для контроля за технологическим процессом очистки стоков в аэротенках, на основе наблюдений видового состава активного ила в течение десяти лет.

Основная часть

Исследованиями многих учёных установлена зависимость видового состава биоценоза активного ила от нагрузки на активный ил по загрязнениям. Наиболее полно зависимости видового состава микроорганизмов активного ила в нашей стране освещены в трудах Л.И. Гюнтер и М.А. Беляевой. Нагрузка на активный ил в аэротенках оказывает существенное влияние на характер (структуру) его хлопка, микробный состав, численность отдельных видов микроорганизмов. Следствием изменения микробного состава ила является изменение его физиологических показателей: скорости роста, скорости потребления загрязнений и кислорода, а также степени очистки сточных вод, способности к биофлокуляции [1]. Аэротенки, в зависимости от нагрузки по БПК, делят на: высоконагружаемые, работающие с нагрузкой 1000–2800 мг БПК на 1 г сухого вещества БПК в сутки; средненагружаемые, работающие с нагрузкой по БПК 300–500 мг на 1 г сухого вещества БПК в сутки; низконагружаемые, работающие с нагрузкой по БПК 20–100 мг на 1 г сухого вещества БПК в сутки.

Однако под низконагружаемыми аэротенками во всех исследованиях подразумеваются аэротенки с дозой ила не более 2–3 г/л, возрастом ила не более 50–80 суток. Нагрузка же учитывается только по БПК, тогда как при эксплуатации аэротенков в условиях городских стоков большое значение имеет значение нагрузки по химически разлагаемым загрязнениям (определяется по ХПК), которые поступают со стоками от промышленных предприятий. В последнее десятилетие получили распространение исследования аэротенков, которые работают с высокой дозой ила или большим возрастом ила [3]. Нагрузка в них по БПК составляет до 500 мг на 1 г в сутки, что позволяет их отнести к средненагружаемым.

Нагрузка на активный ил в аэротенках оказывает существенное влияние на характер (структуру) его хлопка, микробный состав, численность отдельных видов микроорганизмов

Очистные сооружения цеха НиОПСВ более четверти века работают со следующими технологическими параметрами: нагрузка по БПК 40–80 мг на 1 г сухого вещества БПК в сутки; нагрузка по ХПК 80–150 мг на 1 г сухого вещества ХПК в сутки; доза ила по весу — 4–6 г/мл; возраст ила не менее 150–180 сут.; концентрация растворённого кислорода в аэротенке — 4–6 мг/л; период аэрации — 12–16 ч; коэффициент рециркуляции — 0,8–1,2; расход стоков — 60–80 тыс. м³/сут.; концентрация растворённого кислорода во вторичных отстойниках — 1,6–2,1 мг/л; удельный расход воздуха на аэрацию 4–5 м³/м³ при поступлении токсичных стоков — 6–8 м³/м³; удельный расход электроэнергии на аэрацию — 0,12–0,18 кВт/м³.

Технологическая схема очистных сооружений представлена на рис. 1.

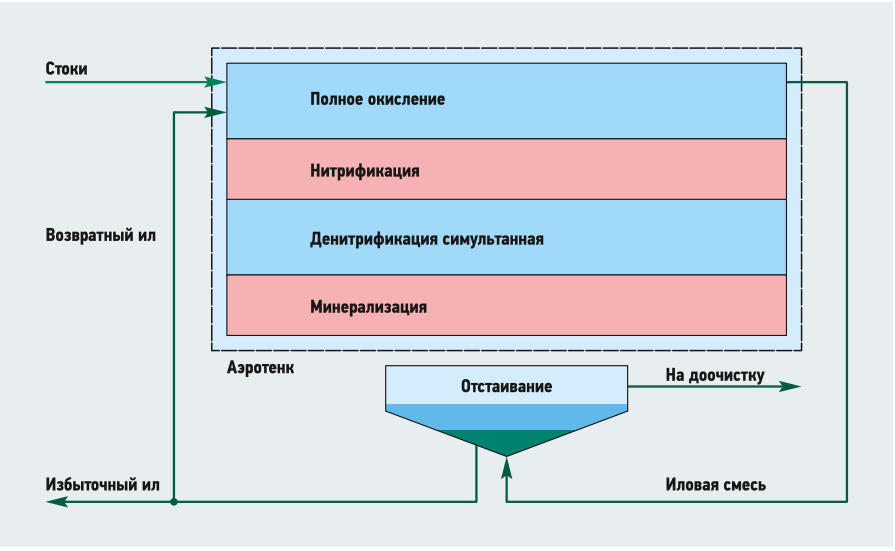


Рис. 1. Технологическая схема очистных сооружений

В течение всего времени эксплуатации очистных сооружений (более 40 лет) проводился гидробиологический контроль видового состава активного ила. В последнее десятилетие для гидробиологических анализов использовался видеокомплекс на основе микроскопа БИОЛАМ с видеокамерой. Видеокомплекс позволяет выводить цветные изображения флокул активного ила и микроорганизмов на экран монитора и просматривать в режиме реального времени при увеличении от 40 до 600 раз. Программное обеспечение позволило получить библиотеку фотографий и видеозаписей микроорганизмов, содержащую несколько тысяч изображений.

Наблюдения гидробионтов активного ила проводились ежедневно кроме выходных и праздничных дней. Наблюдения и оценка количество обнаруженных гидробионтов оценивалось по пятибалльной системе О.Г. Никитиной. Анализ состояния биоценоза активного ила проводился и по ПНД Ф СБ 14.1.77–96 «Методическое руководство по гидробиологическому и бактериологическому контролю процесса биологической очистки на со-

Вид на аэротенки продлённой аэрации

оружениях с аэротенками» при различных нагрузках, различных концентрациях растворённого кислорода в иловой смеси, различном значении водородного показателя, различных залповых сбросах промышленных стоков. По результатам наблюдений составлена табл. 1.

Как видно из табл. 1, в биоценозе активного ила обнаружены представители как зооглейных бактерий, так и нитчатых. Количество хламидобактерий, серобактерий, цианобактерий никогда по количественным характеристикам не превышало двух-трёх баллов. Все эти случаи объяснялись залповым поступлением токсичных промышленных сточных вод с величиной химического потребления кислорода (ХПК) более 700–1000 мг на 1 г сухого вещества ХПК в сутки. При прекращении сбросов нитчатое вспухание заканчивалось через два-четыре периода аэрации. Актиномицеты всегда представлены родом *Microthrix parvicela*.

Снижение активной реакции среды pH до 3–4 единиц никогда не приводило к вспуханию ила по причине развития водных грибов. Водоросли встречаются как зелёные, так и сине-зелёные, не менее чем семь видов, и поступают они в аэротенк, конечно, от переливных лотков вторичных отстойников и стенок отстойников с возвратным илом.

Результаты гидробиологического контроля видового состава активного ила (перечень микроорганизмов активного ила) табл. 1

Систематические группы микроорганизмов	Виды гибриантов		
	Обнаруженные виды	Часто встречающиеся виды	Доминантные (постоянно встречающиеся) виды
Бактерии	*Zoogloea ramigera, Beggiatoa alba, Sphaerotilus natans*	*Zoogloea ramigera, Beggiatoa alba*	*Zoogloea ramigera, Sphaerotilus natans*
Актиномицеты	*Microthrix parvicella, Nocardia sp.*	–	*Microthrix parvicella*
Водоросли	Сине-зелёные	*Anabaena spiroides, Microcystis aeruginosa, Bulbochatna mirabilis*	*Anabaena spiroides*
	Зелёные	*Pediaastrum borianum, Navicula, Diatoma valgare, Melosira varians*	–
Грибы	Сапрофитные	С многоклеточными мицелием	–
	Хищные	С многоклеточными мицелием	–
Жгутиковые	Автотрофные	*Paranema trichophorum*	*Paranema trichophorum*
	Гетеротрофные	*Bodo globosus*	–
Голые амёбы	*Pelomyxa palustris, Amoeba gyttula, Amoeba proteus, Polychaos fasciculatum*	*Amoeba gyttula, Amoeba proteus*	–
Раковинные планктонные амёбы	*Gromia fluviatilis, Gromia neglecta, Pamphagus hyalinum*	*Pamphagus hyalinum, Gromia neglecta*	–
Бентосные раковинные амёбы	*Euglypha alveolata, Euglypha laevis, Arcella discoides, Cochliopodium granulatum, Centropyxis aculeate, Difflugia corona, Pamphagus mutabilis*	*Euglypha alveolata*	*Euglypha laevis, Arcella discoide, Centropyxis aculeate*
Свободноплавающие инфузории	*Litonotus lamella, Litonotus fasciola, Chilodonella cucullulus, Tetrahymena pyriformis, Colpidium coipoda, Aspidisca costata, Aspidisca sulcata, Euplotes patella, Histriculus vorax, Stentor polimorfi*	*Litonotus lamella, Chilodonella cucullulus, Aspidisca sulcata, Euplotes patella*	*Aspidisca costata, Litonotus fasciola, Aspidisca costata*
Прикреплённые инфузории	*Vorticella microstoma, Vorticella convallaria, Epistyles plicatilis, Epistyles bimarginata, Epistyles urceolata, Opercularia coarctata, Carchesium polypinum, Carchesium batorligetiense, Zoothamnium parasiticum, Thuricola similis, Cothurnia cyathus*	*Opercularia coarctata, Carchesium polypinum, Zoothamnium parasiticum, Thuricola similis, Cothurnia cyathus*	*Vorticella microstoma, Vorticella convallaria, Epistyles plicatilis*
Сосущие инфузории	*Staurophrya elegans, Tokophrua mollis, Tokophrua quadripartita, Acineta grandis, Acineta foetida*	*Tokophrua quadripartita, Acineta foetida*	*Staurophrya elegans*
Коловратки	*Rotaria rotatoria, Rotaria tardigrada, Notommata ansata, Lecane stichaea, Lecane luna, Cephalodella incila, Cephalodella gibba*	*Cephalodella incila, Rotaria tardigrada*	*Rotaria rotatoria, Notommata ansata, Lecane luna*
Черви	Круглые	*Monhystera sp.*	*Monhystera sp.*
	Брюхоресничные	*Chaetonotus maximus*	–
	Малощетинковые	*Aelosoma hemprichii*	–
Тихоходки	*Macrobiotus*	*Macrobiotus*	–
Водные клещи	*Hydracarina* (красный водный клещ)	–	–

В активном иле обнаружены представители зооглейных и нитчатых форм бактерий, водорослей, грибов и представителей прокариот и эукариот. Простейшие представлены 43 видами различных классов и отрядов. Жгутиковых — два вида, голых амёб — три вида, планктонных раковинных амёб — три вида, раковинных бентосных амёб — семь видов, свободноплавающих амёб — десять видов, прикреплённых инфузорий — 12 видов, сосущих инфузорий — пять видов. Многоклеточные микроорганизмы представлены разными видами червей, коловраток, тихоходок и водных клещей. Определяющими видами являются коловратки.

Из видов, наблюдаемых нами в биоценозе активного ила, 50% соответствуют биоценозу аэротенков с низкой нагрузкой (Л.И. Гюнтер, Н.С. Жмур, Р.М. Маркевич), другие 50% присущи биоценозу аэротенков с любыми нагрузками.

В процессе исследований видового состава были определены доминирующие группы в биоценозе. Виды, численность которых по методике О.Г. Никитиной оценивалась в четыре-пять баллов, и они были причислены к доминирующим. Доминирующие группы в биоценозе активного ила в течение 2017–2019 годов приведены на рис. 2.

Из рис. 2 наглядно видно, что основными группами микроорганизмов в активном иле являются бентосные раковинные амёбы, инфузории и коловратки.

Было подсчитано, сколько месяцев в течение года виды имели значение численности в четыре-пять баллов. Это значение определили как коэффициент доминирования вида в течение года. Подсчитанное значение для 2016, 2017, 2018 и 2019 годов составило для раковинных бентосных амёб — 5–8, свободноплавающих инфузорий — 4–8, прикреплённых инфузорий — более трёх, коловраток — 3–7. Такие значения коэффициента подтверждают, что биоценоз аэротенков представлен следующими доминирующими группами микроорганизмов: бентосными раковинными амёбами, свободноплавающими и прикреплёнными инфузориями, коловратками.

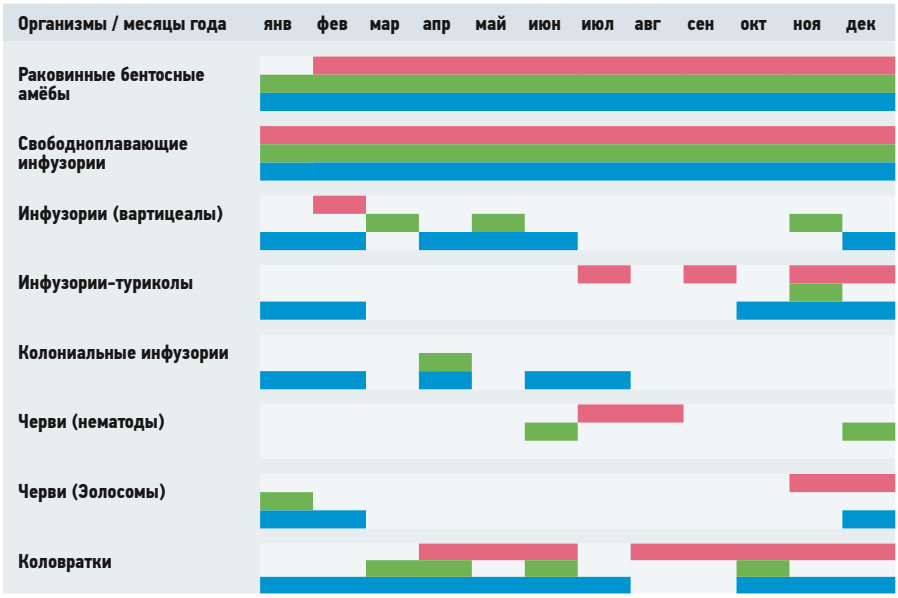


Рис. 2. Доминирующие группы в биоценозе активного ила

Можно утверждать, что для аэротенков характерен тестациево-цилиатно-ротаторный комплекс, рассматриваемый и в исследованиях других авторов. Этот комплекс наиболее устойчив к поступающим сточным водам, включая токсичные. Такой комплекс соответствует зрелому активному илу, сформированному в плотные, крупные хлопья. Именно с таким активным илом достигается наивысшая степень очистки стоков от соединений азота, легко- и трудноокисляемой органики, нефтепродуктов и тяжёлых металлов.

Для определения основных факторов, влияющих на видовой состав биоценоза активного ила аэротенков продлённой аэрации, выполнен график изменения нагрузок по БПК и ХПК, взвешенным веществам, изменению дозы ила за 2017–2019 годы

Для определения основных факторов, влияющих на видовой состав биоценоза активного ила аэротенков продлённой аэрации, выполнен график изменения нагрузок по БПК и ХПК, взвешенным веществам, изменению дозы ила за 2017–2019 годы. Полученные значения сравнивались с таблицей доминирующих видов в течение месяца, года. Были определены пять характерных периодов в течение этих лет. В каждый из периодов значения нагрузок и дозы ила были разные по величине, отличаясь друг от друга в разы, но в течение периода незначительно изменялись от какого-то среднего значения. На рис. 3 и 4 представлены два из них.

В первом полугодии 2017 года средняя нагрузка по ХПК составляла 110–130 мг на 1 г в сутки, нагрузка по БПК — 50 мг на 1 г в сутки, доза ила — от 4,5–5,5 г/л. Соотношение нагрузки по ХПК к нагрузке по БПК не превышает 2,5. В биоценозе доминируют раковинные амёбы двух-трёх видов, свободноплавающие, прикреплённые и прикреплённые колониальные инфузории, коловратки двух видов. В первом полугодии 2019 года средняя нагрузка по величине ХПК составила 220–230 мг на 1 г в сутки, по БПК — 45 мг на 1 г в сутки, доза ила — 3,5–4,5 г/л.

Фото 1. Очищенные сточные воды на переливе сборного лотка вторичного отстойника

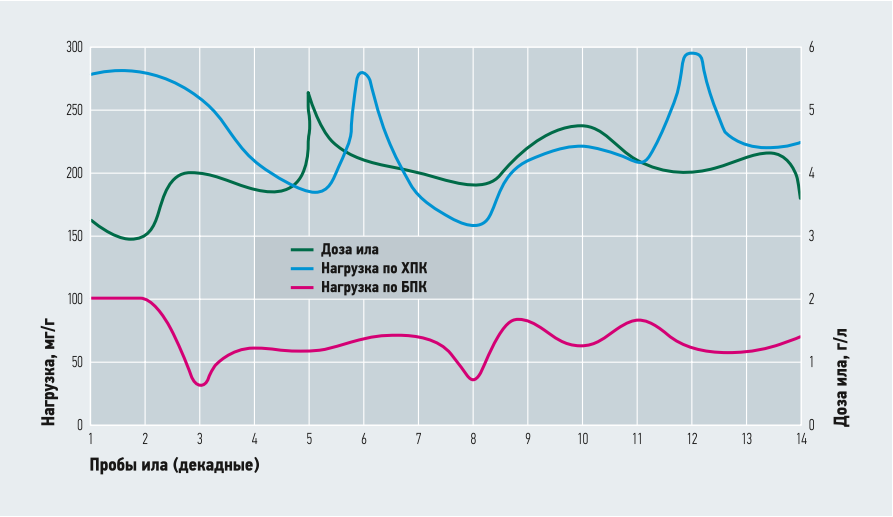


Рис. 3. Изменение нагрузок на активный ил и доза ила в первом полугодии 2019 года

Соотношение нагрузки по ХПК к нагрузке по БПК — более 3,5. В биоценозе доминируют раковинные амёбы двух видов, из инфузорий — аспидиски, коловраток — один вид. Во втором полугодии снизилась нагрузка по ХПК до 80 мг на 1 г в сутки, нагрузка по БПК не изменилась. Соотношение нагрузки по ХПК к нагрузке по БПК снизилось до 2,3. Увеличилось число доминирующих видов раковинных амёб и инфузорий, коловраток до трёх видов.

Можно сделать следующие выводы. В первую очередь видовое разнообразие биоценоза активного ила зависит от соотношения нагрузки по ХПК к нагрузке по БПК при любых значениях дозы ила в пределах от 3,5 до 6 г/л и любых значениях нагрузки по БПК в пределах от 35 до 120 мг на грамм в сутки. Чем больше соотношение нагрузки по ХПК к нагрузке по БПК превышает 2,5, тем беднее видовое разнообразие биоценоза. И при значении соотношения 3,5–4 в биоценозе остаётся два доминирующих вида раковинных амёб и один-два доминирующих видов свободноплавающих инфузорий, а коловратки отсутствуют.

Для аэротенков, работающих в рассматриваемом режиме, в полной мере применима система биоэстимации процесса очистки стоков (биоэстимационного контроля). Нарушения динамического обеспечения процесса в течение первого же периода аэрации приводят к увеличению численности голых амёб и преобладанию численности свободноплавающих инфузорий над прикреплёнными формами инфузорий. Для наших аэротенков характерно некоторое постоянное превышение численности свободноплавающих инфузорий в пределах 1,5–1,7 без нарушений

Фото 2. Приемный резервуар доочистки стоков на фильтрах-биореакторах

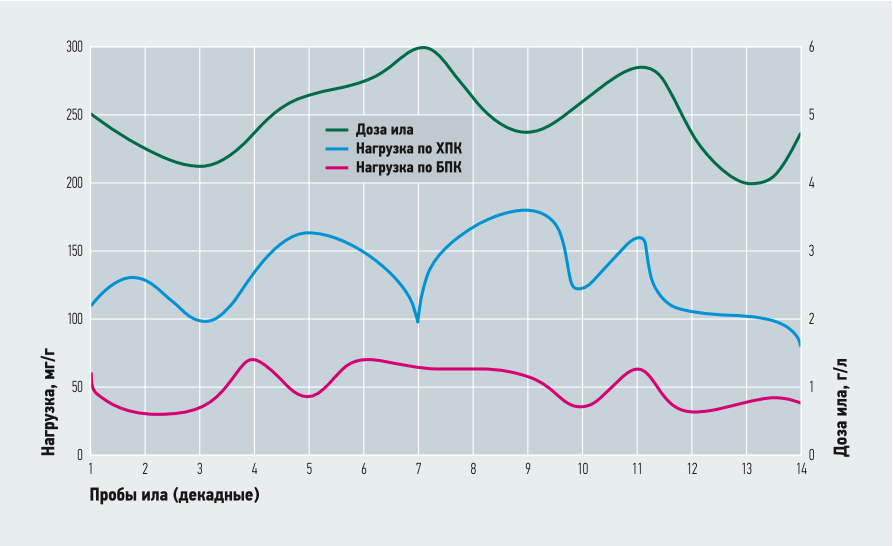


Рис. 4. Изменение нагрузок на активный ил и доза ила в первом полугодии 2017 года

структуры активного ила и видового состава биоценоза.

Повышение нагрузки по легкоокисляемой органике приводит к увеличению количества актиномицетов до двух-трёх баллов, но всегда ниже порогового значения (15 млн на 1 г). Увеличение количества бентосных раковинных амёб при наших нагрузках (150–300 мг на грамм ХПК в сутки) не приводит к превышению порогового значения их численности (4,7 млн на 1 г). Однако позволяет уже в первый период аэрации судить о поступлении промышленного стока. Поступление промышленных сточных вод, кроме азота аммонийного, тоже не приводили к превышению порогового значения численности групп биоэстиматоров.

Фото 3. Образование бланкита из флокул зрелого ила при отстаивании

Фото 4. Биоиндикаторы зрелого ила: инфузория турикола

Поскольку очистные сооружения в течение исследуемого периода работали без серьёзных нарушений аспектов динамического обеспечения по системе биоэстимации для контроля технологического процесса использовали и аспекты биоиндикации, подтверждающие выводы методики биоэстимации.

Видовой состав активного ила представлен, в основном, раковинными бентосными амёбами, инфузориями и коловратками. Это объясняется способом питания этих групп микроорганизмов в плотном и крупном (зрелом) хлопке активного ила, который формируется при вышеприведённых характеристиках, созданных в аэротенке. Раковинные амёбы, перемещаясь в таком хлопке, всегда находят пищу, а при повышении нагрузки по трудноокисляемой органике выигрывают

конкуренцию с другими группами за счёт возможности присущего им диффузного питания. Большое количество свободноплавающих форм инфузорий объясняется структурой хлопка ила: вне границ хлопка ила питание приходиться искать, перемещаясь и прикреплённые колониальные формы инфузорий проигрывают конкуренцию за питание свободноплавающим. Индикаторными микроорганизмами, которые использовались для определения причин несоответствий и их предотвращений, чаще всего были представители класса инфузорий. Видимо, по поскольку данные виды являются представителями всех трёх трофических уровней, то есть используют три способа питания:

- **первый** трофический уровень — инфузории-седиментаторы (представители родов *Vorticella*, *Epistyles*, *Opercularia*, *Carchezium*);
- **второй** трофический уровень — инфузории-«глотатели» (*Chilodonella, Aspidisca*);
- **третий** трофический уровень — инфузории-хищники (*Euplotes*, *Litonotus*), сосущие инфузории.

В зрелом, хорошо флокулированном иле присутствуют инфузории представители всех трёх трофических уровней. В процессе наблюдений были выявлены следующие зависимости при определении эффективности процесса очистки:

- увеличение количества инфузорий рода *Aspidisca* для определения поступления азота аммонийного концентрацией выше 40–50 мг/дм^3;
- уменьшение степени раскрытия перистома у прикреплённых инфузорий при увеличении количества поступающего азота аммонийного;
- деформация зооидов и их цистирование на стеблях при увеличении концентрации азота аммонийного выше 50–60 мг/дм^3;
- закрытие перистома, отрыв от стебля и цистирование вблизи колонии при увеличении концентрации ХПК выше 150 мг на 1 г в сутки в поступающих стоках;
- увеличение численности инфузорий *Vorticella microstoma* при повышении нагрузки по ХПК;
- увеличение численности инфузорий *Euplotes patella* при повышении концентрации азота аммонийного в поступающих стоках выше 50–60 мг/л;
- наличие сосущих инфузорий в количестве двух-трёх баллов для установления процесса нитрификации эффективностью не ниже 90–99 %;
- присутствие инфузорий *Aspidisca costata* и *Litonotus lamella* в порядочном количестве при нитрификации эффективностью 96–99 %.

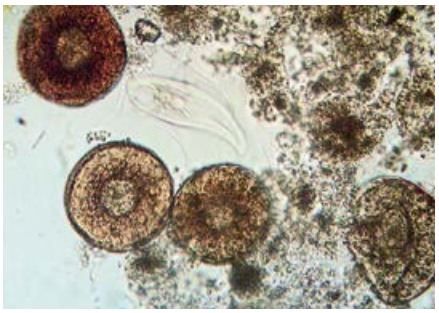


Фото 5. Бентосные раковинные амёбы

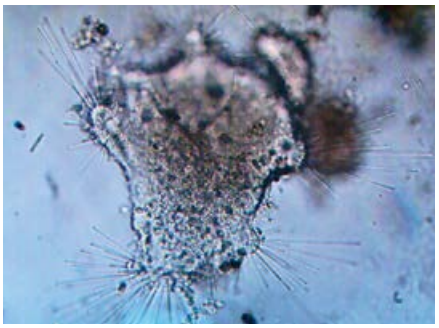


Фото 6. Сосущая инфузория

Фото 7. Коловратка

Фото 8. Червь олигохета

Поэтому любое изменение видового состава раковинных бентосных амёб и инфузорий, отмеченное в течение многих лет наблюдений и определённое в зависимости от изменений технологических характеристик биологического процесса, важно и необходимо.

Выводы

1. В аэротенках продлённой аэрации с высокой дозой ила и большим его возрастом образуются зрелые флокулы (хлопки) активного ила. При этом доминирующими группами микроорганизмов являются бентосные раковинные амёбы, инфузории, а также коловратки.

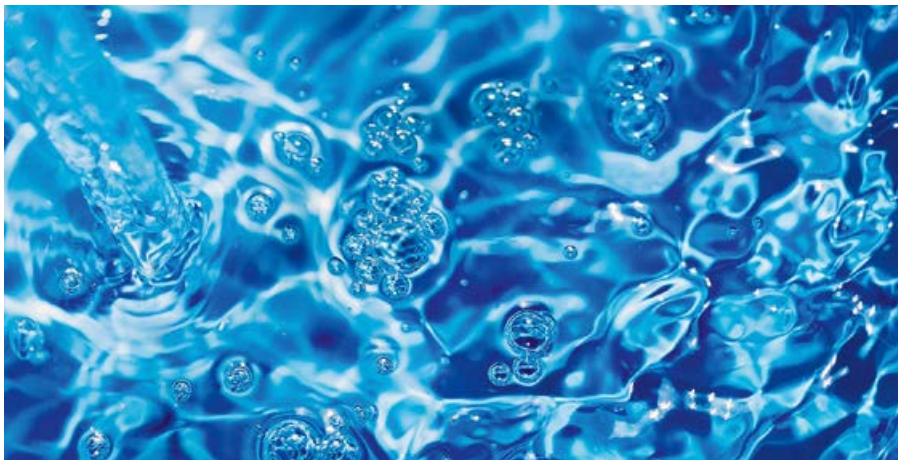
2. Такой видовой комплекс микроорганизмов определяется структурой флокул зрелого активного ила, в которой вышеперечисленные группы микроорганизмов получают конкурентное преимущество благодаря способу питания.

3. Многолетние гидробиологические наблюдения структуры активного ила и видового состава позволили установить закономерности развития микроорганизмов в данных условиях аэротенков продлённой аэрации. В результате анализа проведённых наблюдений создана эффективная, оперативная система контроля процесса биологической очистки сточных вод.

4. Гидробиологическими и гидрохимическими анализами установлено, что развивающийся в аэротенках продлённой аэрации зрелый ил наиболее устойчив к нарушениям динамического обеспечения, увеличению нагрузок по органическим веществам, поступлению токсичных промышленных сточных вод. Только такой (то есть зрелый) ил позволяет достичь наивысшей степени очистки по органическим загрязнениям, азоту аммонийному, нитритам, нефтепродуктам и тяжёлым металлам.

Гидробиологическими и гидрохимическими анализами установлено, что развивающийся в аэротенках продлённой аэрации зрелый ил наиболее устойчив к нарушениям динамического обеспечения, увеличению нагрузок по органическим веществам, а также поступлению токсичных промышленных сточных вод

1. Гюнтер Л.И., Беляева М.А., Юдина Л.Ф. Рост и развитие гетерогенной популяции микроорганизмов активного ила в процессе очистки сточных вод. — М.: Известия ЖК Академии, 1974. Вып. 94.
2. Гюнтер Л.И. К расчёту аэротенков по нагрузке на активный ил. — М.: Известия ЖК Академии, 1976. Вып. 130.
3. Капитонова Г.В. Методические рекомендации по проведению гидробиологического контроля очистки сточных вод с активном илом. — М., 2016.
4. Никитина О.Г. Биоэстимация: контроль и регулирование процессов биологической очистки и самоочищения воды. Автореф. дисс. доктора биолог. наук по спец. 03.02.08 и 03.02.10. — М.: МГУ, 2012. 47 с.
5. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. — М.: Акварос, 2003. 512 с.
6. Захватаева Н.В., Шеломков А.С. Активный ил как управляемая экологическая система. — М.: Экспо-Медиа-Пресс, 2013. 288 с.
7. Голубовская Э.К. Биологические основы очистки воды. — М.: Высшая школа, 1978. 268 с.
8. Методическое руководство по контролю процесса биологической очистки городских сточных вод / Р.М. Маркевич и др. — Минск: БелГТУ, 2009. 161 с.
9. Смирнов В.Б., Шевченко Н.П. Нарушения биологической очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение, 2018. №9. С. 36–40.
10. Шарапова И.В. Структура и пространственно-временная динамика населения биоценоза активного ила: Автореф. дисс. канд. биолог. наук по спец. 03.02.08. — Воронеж: ВГУ, 2010. 22 с.



Способ контроля процесса Na-катионирования воды

Рассмотрена проблема оперативного контроля процесса Na-катионирования воды. Представлена зависимость значения электропроводности воды от величины её жёсткости непосредственно для процесса Na-катионирования. В статье представлена система контроля установки для осуществления данного процесса на основе программируемого реле ОВЕН ПР100. Даны результаты работы указанной системы оперативного контроля процесса умягчения с анализом и выводами.

Автор: И.А. ТИХОНОВ, директор по развитию ООО «Сарфильтр» (г. Саратов)

Первое, что приходит в голову, когда смотришь на график фиксируемых параметров работы установки Na-катионирования воды (например, рис. 5), — это «электрокардиограмма» данного устройства. Мы как бы видим «ритм его сердца». Пока «сердце» бьётся — установка «жива». Как только перепады прекращаются — установка «умирает», то есть перестаёт умягчать воду. Но обо всём по порядку…

Известно, что электропроводность воды зависит от количества растворённого в воде вещества (ионов). Электропроводность подавляющего большинства природных вод обеспечивается шестью видами ионов: катионы — кальций (Ca), магний (Mg), натрий + калий (далее — натрий Na); анионы — бикарбонат (HCO_3), сульфаты (SO_4); хлориды (Cl). Перенос заряда в воде осуществляется ионами. Подробно процесс переноса электрического заряда в воде рассмотрен в статье [1]. Если рассматривать электропроводность воды с ионами жёсткости (Ca, Mg) и электропроводность той же самой, но умягчённой воды, то есть воды только с катионами натрия, то её электропроводность почти всегда будет выше, чем исходной жёсткой. Это происходит не из-за того, что молярная масса натрия немного больше, чем кальция и магния при эквивалентном замещении (Na = 23 × 2 = 46 против Ca = 40, Mg = 24), и, соответственно, солесодержание умягчённой воды возрастает, а вследствие того, что одновалентный натрий теряет меньше подвижности в среде других ионов, чем двухвалентные ионы кальция и магния, и может перенести больше электрического заряда, чем двухвалентные кальций и магний.

Значение электропроводности отдельного иона не имеет физического смысла, так как в воде ион удерживает вокруг себя ионную оболочку из противоположно заряженных ионов и, соответственно, испытывает тормозящее воздействие со стороны ионов противоположного заряда. Можно достаточно точно определить значение электропроводности воды только для конкретной соли, а также определить уменьшение подвижности (эквивалентной электропроводимости) при увеличении концентрации данной соли. Ионы, определяющие электропроводность природной воды, представлены в табл. 1. Как видно из данной таблицы, в воде шестью типами ионов может быть образовано девять солей (шесть солей сильных кислот — сульфат и хлорид; три соли слабой кислоты — бикарбонат-угольной).

Значение электропроводности отдельного иона не имеет физического смысла. В воде ион удерживает вокруг себя ионную оболочку из противоположно заряженных ионов и испытывает воздействие со стороны ионов противоположного заряда

С точки зрения взаимного влияния ионов можно сказать, что в воде содержатся три типа солей следующих валентностей:

- **1:1** ($NaHCO_3$, NaCl и т.п.);
- **2:1** ($Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, Na_2SO_4 и т.п.);
- **2:2** ($CaSO_4$, $MgSO_4$ и т.п.).

Если воду данного состава умягчить при помощи пропускания через катионит в Na-форме, то полученная жидкость будет содержать в качестве катионов только ионы Na, то есть только соли 1:1 ($NaHCO_3$, NaCl) и 2:1 (Na_2SO_4).

Ионы, определяющие электропроводность природной воды табл. 1

Ионы, мг-экв/л	HCO_3	SO_4	Cl
Ca	$Ca(HCO_3)_2$	$CaSO_4$	$CaCl_2$
Mg	$Mg(HCO_3)_2$	$MgSO_4$	$MgCl_2$
Na	$NaHCO_3$	Na_2SO_4	NaCl

Потеря подвижностей ионов солей 1:1 и 2:1 в области низких концентраций (до 10 ммоль/л) практически одинакова. То есть, если в исходной воде содержатся только соли 1:1 и 2:1, то после замещения в такой воде всех катионов на катионы Na значение её электропроводности станет меньше или останется такой же. В этом случае в исходной воде не содержится сульфат, и в умягчённой будут содержаться только соли 1:1.

Если в исходной воде содержится сульфат, то это значит, что в ней имеется соль 2:2 и после умягчения она становится сульфатом натрия, то есть солью 2:1. Соответственно, в этом случае падение подвижности соли 2:1 значительно меньше, чем падение 2:2. Поэтому электропроводность такой воды будет больше электропроводности жёсткой. При этом, чем больше концентрация солей в исходной воде, тем выше электропроводность умягчённой по отношению к исходной.

Отсюда следует следующий вывод. Чем больше в исходной воде содержится сульфат-иона, тем больше разница между значением электропроводности умягчённой воды по отношению к электропроводности исходной, и тем качественнее можно осуществлять кондуктометрический контроль за работой установок Na-катионирования воды.

Тем не менее, при жёсткости исходной воды более 8 мг-экв/л, даже при отсутствии в воде сульфата электропроводность умягчённой будет больше электропроводности исходной. Хотя перепад в данном случае будет и незначительным, это значительно затрудняет качественный контроль процесса Na-катионирования такой воды с использованием электропроводности.

Можно с достаточной точностью определить значение электропроводности раствора в зависимости от его концентрации для каждой конкретной соли. Но, как видно, из табл. 1 в воде существует минимум девять солей, определяющих её электропроводность.

Для того, чтобы определить концентрацию каждой соли в воде, необходимо сделать предположение, что ионная оболочка каждого иона равномерно распределена, то есть соотношение различных ионов в любой момент времени в любой части объёма воды одинаково. Фактически должно наблюдаться равномерное распределение ионов в объёме воды, взятых в мг-экв/л.

Соответственно, можно определить долю каждой соли и, зная концентрацию каждого иона (из химических анализов), возможно выяснить концентрацию каждой из солей путём умножения концентрации каждого иона на долю каждой (соответствующей) соли.

Автором была разработана программа расчёта значения электропроводности воды в зависимости от её ионного состава. В процессе разработки выяснилась принципиальная возможность контроля процесса Na-катионирования воды по значению электропроводности

Зная концентрацию каждой соли, можно определить значение электропроводности любой из них. Затем, по аналогии, используя подход чисел переноса в определении электропроводности отдельного иона, можно определить значение электропроводности воды, содержащей все соли, представленные в табл. 1.

На основании описанного подхода автором была разработана программа расчёта значения электропроводности воды в зависимости от её ионного состава. В результате работы над данной программой выяснилась принципиальная возможность контроля процесса Na-катионирования воды по значению электропроводности. Более того, при помощи указанного программного обеспечения можно определить ионный состав воды. Для этого необходимо знать электропроводности исходной и умягчённой воды, а также её жёсткость и щёлочность.

Например, произведём расчёт электропроводности исходной воды по известному ионному составу.

Катионы

Исходная вода

- Ca — 0,001 моль/л (0,002 мг-экв/л);
- Mg — 0,0006 моль/л (0,0012 мг-экв/л);
- Na — 0,0009 моль/л (0,0009 мг-экв/л).

Умягчённая вода

- Na — 0,0041 моль/л (0,0041 мг-экв/л);
- Сумма К — 0,0041 мг-экв/л.

Анионы:

- HCO_3 — 0,002 моль/л (0,002 мг-экв/л);
- SO_4 — 0,0007 моль/л (0,0014 мг-экв/л);
- Cl — 0,0007 моль/л (0,0007 мг-экв/л);
- Сумма А — 0,0041 мг-экв/л;
- Сумма К равна сумме А.

Результаты расчёта представлены в табл. 2. В табл. 3 представлен результат расчёта значения электропроводности для полностью умягчённой воды. В качестве катионов в такой воде присутствуют только катионы натрия, поэтому расчёт ведётся только для трёх солей. Разница между электропроводностью умягчённой и исходной воды: 436 – 420 = 16 мкСм/см.

Затем пропорционально увеличим значение жёсткости умягчённой воды, эквивалентно уменьшая значение натрия. Возьмём шесть значений:

- Ca = 0,0001; Mg = 0,00005; Na = 0,004 моль/л (жёсткость — 0,3 мг-экв/л);
- Ca = 0,0002; Mg = 0,0001; Na = 0,0037 моль/л (жёсткость — 0,6 мг-экв/л);
- Ca = 0,0004; Mg = 0,0002; Na = 0,0031 моль/л (жёсткость — 1,2 мг-экв/л);
- Ca = 0,0006; Mg = 0,0003; Na = 0,0025 моль/л (жёсткость — 1,8 мг-экв/л);
- Ca = 0,0008; Mg = 0,0004; Na = 0,0019 моль/л (жёсткость — 2,4 мг-экв/л);
- Ca = 0,0001; Mg = 0,0005; Na = 0,0013 моль/л (жёсткость — 3,0 мг-экв/л).

Расчёт значения электропроводности исходной воды табл. 2

Соли	ммоль/л	мг/л	*n*	Электропроводность, мкСм/см
$Ca(HCO_3)_2$	0,487804878	79,02439	0,868324	91,00798
$CaSO_4$	0,341463415	46,43902	0,646076	71,87858
$CaCl_2$	0,170731707	18,95122	0,446775	42,41778
$Mg(HCO_3)_2$	0,292682927	42,43902	0,811072	52,32460
$MgSO_4$	0,204878049	24,58537	0,586084	41,94853
$MgCl_2$	0,102439024	9,731707	0,401087	24,26331
$NaHCO_3$	0,439024390	36,87805	0,915811	40,26820
Na_2SO_4	0,153658537	21,81951	0,580393	37,59439
NaCl	0,153658537	8,989024	0,477637	18,81977
Сумма	**2,346341463**	**288,8573**	**0,6869**	**420,5231**

Расчёт значения электропроводности умягчённой воды табл. 3

Соли	ммоль/л	мг/л	*n*	Электропроводность, мкСм/см
$NaHCO_3$	2,0	168	0,924250	181,7691
Na_2SO_4	0,7	99,40	0,586697	169,4232
NaCl	0,7	40,95	0,480596	85,20665
Сумма	**3,4**	**308,35**	**0,706578**	**436,3989**

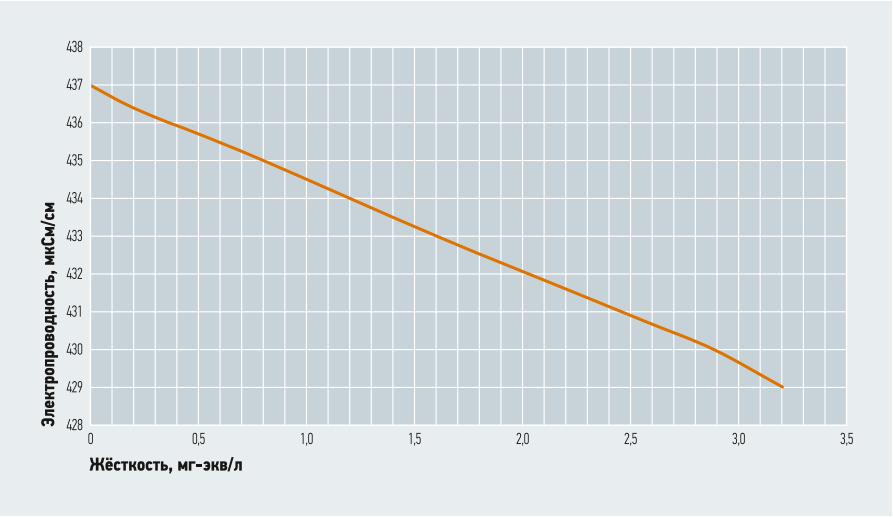


Рис. 1. Зависимость электропроводности воды от жёсткости

При каждом значении кальция, магния и натрия при помощи программы определим электропроводность. Результаты расчёта представлены на рис. 1. Как можно видеть, зависимость носит линейный характер. Это известное условие, к примеру, используется в патенте (Dopslaff Hartmut; Dopslaff Carsten H+ "Blending control method with determination of untreated water hardness via the conductivity of the soft water and blended water", Application number Z20130720562 20131217).

Известно, что фильтроцикл установок умягчения рассчитывается исходя из жёсткости умягчённой воды 0,1 мг-экв/л. При этом установка умягчения выводится в регенерацию поваренной солью при значении жёсткости умягчённой воды не более 0,5 мг-экв/л. Соответственно, если электропроводность умягчённой жидкости имеет значение 434–433 мкСм/см, то можно считать, что вода данного ионного состава содержит остаточную жёсткость не более 0,1 мг-экв/л.

Для проверки данного предположения удобно использовать схему с дистанционным контролем значения измеренной электропроводности. Для этого решено было использовать оборудование компании ОВЕН. В схеме задействован «облачный» сервис, куда передаются данные об измеренной электропроводности умягчённой воды и имеется возможность отслеживать значения электропроводности в виде графика от времени, что крайне удобно для подобных задач.

Для измерения электропроводности был приобретён датчик электропроводности с трансмиттером с выходным сигналом 4–20 мА. Для передачи значений электропроводности, измеренных датчиком, фирма ОВЕН предоставила набор оборудования в составе программируемого реле ПР-100, сетевого шлюза ПМ-210 GPRS и блока питания БП-30А 24 В.

Фильтроцикл установок умягчения рассчитывается исходя из жёсткости умягчённой воды 0,1 мг-экв/л. При этом установка умягчения выводится в регенерацию поваренной солью при значении жёсткости умягчённой воды не более 0,5 мг-экв/л

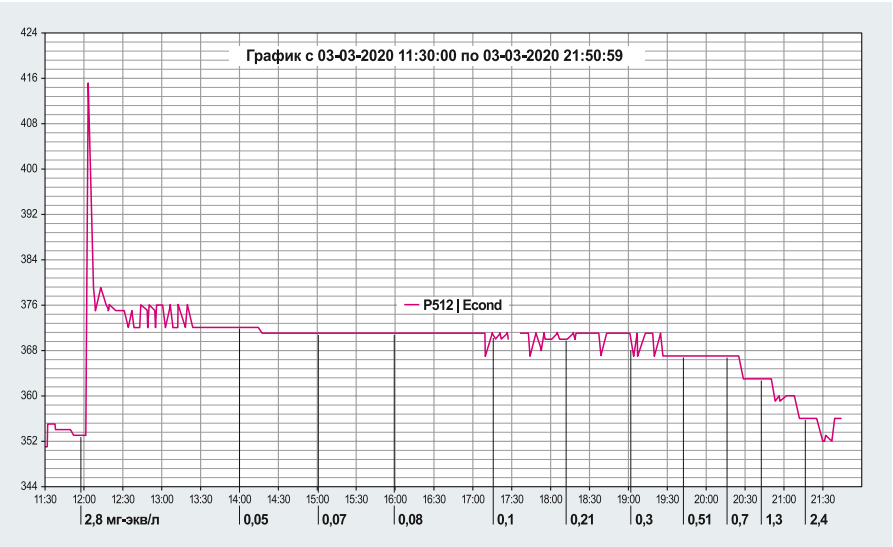


Рис. 2. Данные мониторинга работы колонки умягчения воды при помощи сервиса OwenCloud

Данное программируемое реле используется для получения значения электропроводности умягчённой воды по аналоговому входу 4–20 мА от датчика электропроводности. Затем, при помощи сетевого шлюза ПМ-210, подключённого по интерфейсу RS-485, значение передаётся в OwenCloud. На сервисе значения электропроводности умягчённой воды визуализируются в виде графика зависимости от времени измерения.

Используя данную схему контроля, был проведён следующий эксперимент.

Производилось умягчение воды в ионообменной колонке. Жёсткость исходной воды — 2,8 мг-экв/л. Объём катионита в колонке — 0,55 л. Расход воды через колонку — 50 л/ч. Линейная скорость фильтрования — 32 м/ч. Расчётный фильтроцикл — 220–240 л.

На рис. 2 представлены данные мониторинга при помощи сервиса OwenCloud работы колонки умягчения воды от момента регенерации до момента полного истощения катионита по ионам натрия. Из данного рисунка следует, что колонка начала умягчать воду после регенерации в 12:00. Видно, что электропроводность умягчённой воды несколько повышена за счёт остаточных солей после отмывки от регенерационного раствора. Затем электропроводность держится практически на постоянном уровне.

В 12:00, фактически в самом начале фильтроцикла, значение электропроводности составило 376 мкСм/см. При этом анализ воды на жёсткость показал значение 0,04 мг-экв/л. В течение 5,5 ч электропроводность воды оставалась на уровне 374 мкСм/см, а жёсткость не превышала 0,1 мг-экв/л. Через 5,5 ч работы установки умягчения жёсткость умягчённой воды составила 0,12 мг-экв/л и электропроводность была на уровне 372 мкСм/см. Объём умягчённой воды к этому времени составил 175 л.

Затем в течение часа произошло уменьшение значения электропроводности до 371 мкСм/см, а жёсткость при этом была равной 0,3 мг-экв/л. Затем, ещё через полчаса, электропроводность упала до 367 мкСм/см, а жёсткость выросла до 0,5 мг-экв/л. Через 7 ч работы электропроводность начала быстро падать и через 8,5–9 ч достигла значения электропроводности исходной жёсткой воды.

Используя полученные данные, можно построить зависимость, на которой будет наглядно видно, какой объём обменной ёмкости катионита обеспечивает фильтроцикл, а какой — качество умягчённой воды, полученной в объёме этого фильтроцикла.

На рис. 3 изображена зависимость жёсткости умягчённой воды от объёма воды, прошедшей установку умягчения. Как видно из рис. 3, жёсткость умягчённой воды не более 0,1 мг-экв/л обеспечивалась в объёме фильтроцикла 180 л. При этом жёсткость умягчённой жидкости, равная 0,2 мг-экв/л, обеспечивалась в объёме 250 л. Только после прохождения 300 л умягчаемой воды жёсткость фильтрата составила чуть больше 0,5 мг-экв/л. Рекомендуемый фильтроцикл для данного количество катионита составил 240 л. Жёсткость воды при этом не превышала 0,2 мг-экв/л.

Как мы можем видеть, резкое увеличение жёсткости фильтрата происходит после того, как этот его параметр дойдёт до 0,5 мг-экв/л. Поэтому при работе установки умягчения в качестве первой ступени рекомендуется выводить установку в регенерацию при жёсткости фильтрата 0,5 мг-экв/л, а расчёт фильтроцикла вести для жёсткости фильтрата 0,1 мг-экв/л.

На рис. 2 показано, что резкое уменьшение электропроводности происходило после достижения фильтратом жёсткости 0,3 мг-экв/л. Соответственно, зная перепад значений электропроводности между умягчённой и исходной водой и отслеживая уровень падения электропроводности умягчённой воды можно достаточно чётко отследить уровень жёсткости получающегося фильтрата установки умягчения.

Необходимо уточнить ещё один очень важный момент. Построим график зависимости между электропроводностью фильтрата установки умягчения и его жёсткостью полученными в вышеописанном эксперименте. График зависимости представлен на рис. 4. Эта кривая аналогична представленной на рис. 1. Только график на рис. 1 использует расчётные данные. Сразу очевидно отличие.

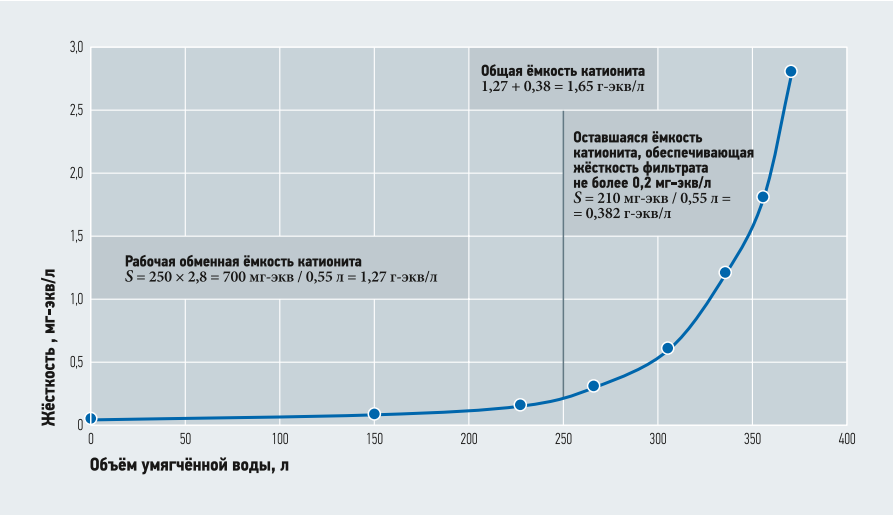


Рис. 3. Зависимость жёсткости умягчённой воды от объёма обработанной воды

График на рис. 4 имеет линейный характер только в интервале жёсткости от 0,5 до 3,0 мг-экв/л. В интервале от 0 до 0,5 наблюдается резкое уменьшение значения электропроводности воды. Для уточнения этого обстоятельства было проведено несколько экспериментов и все они подтвердили данную зависимость. Вероятно, данное «особенное» поведение электропроводности в области небольших значений концентраций ионов жёсткости фильтрата определяется тем, что ионы кальция и магния при концентрациях менее 0,1 мг-экв/л образуют ионные пары с сульфатом и, соответственно, не переносят электрический заряд.

При увеличении концентрации ионов жёсткости в фильтрате более 0,1 мг-экв/л начинается их равномерное распределение по ионным оболочкам и уменьшение значения электропроводности при увеличении жёсткости фильтрата носит линейный характер, так как кальций и магний равномерно встраиваются в ионные оболочки хлоридов, бикарбонатов и сульфатов, находящихся в воде.

При увеличении концентрации ионов жёсткости в фильтрате более 0,1 мг-экв/л начинается их равномерное распределение по ионным оболочкам и уменьшение значения электропроводности при увеличении жёсткости фильтрата носит линейный характер

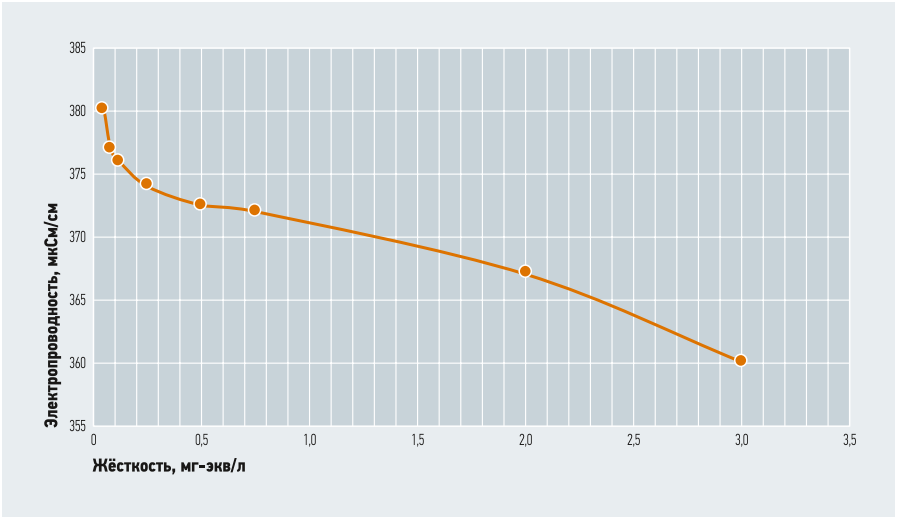


Рис. 4. Зависимость между электропроводностью фильтрата установки и его жёсткостью

В любом случае это обстоятельство необходимо учитывать при организации процесса контроля работы установки умягчения при помощи значения электропроводности воды. Иначе фильтроцикл этого устройства может быть определён как значительно меньший, чем на самом деле со всеми вытекающими последствиями (перерасход соли, повышенное количество сточных вод и т.п.).

Данная технология контроля была внедрена на Саратовском молочном комбинате. Скриншоты фиксируемых параметров работы установки Na-катионирования воды в паровой котельной Саратовского молочного комбината представлены на рис. 5.

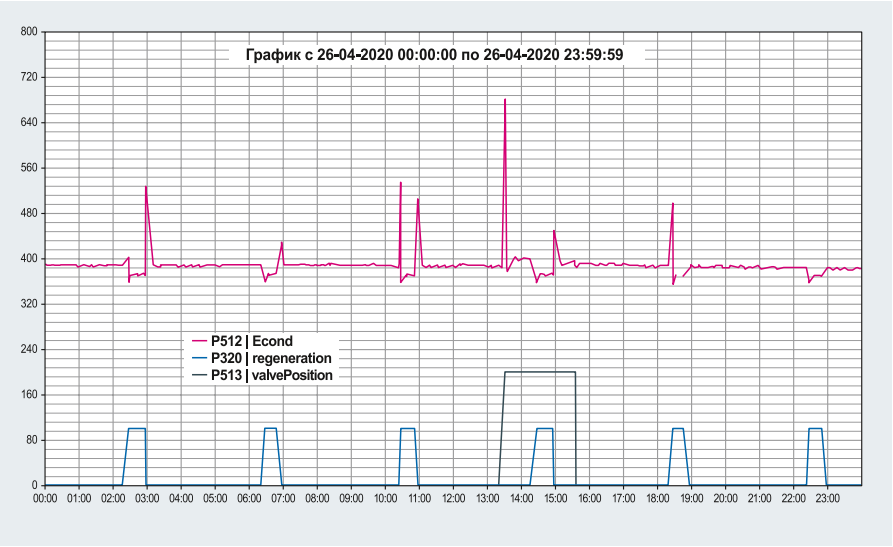


Рис. 5. Фиксируемые параметры работы установки Na-катионирования воды в паровой котельной Саратовского молочного комбината

Измерение значения электропроводности воды производилось одним и тем же датчиком. При этом каждые 3,5 ч производилось измерение электропроводности исходной воды в течение 30 мин. Всё остальное время измерялась электропроводность уже умягчённой. За счёт этого появились характерные перепады в измерении значений электропроводности похожие на сердечный ритм.

Использование одного датчика электропроводности позволяет избежать ошибки в измерениях и чётко контролировать перепад между электропроводностью умягчённой и исходной воды. На это решение подана заявка на патент.

На рис. 5 можно видеть, что постоянно происходит мониторинг электропроводности воды. При этом при пике (100) происходит измерение электропроводности исходной в течение 30 мин. Всё остальное время (3,5 ч) тестируется умягчённая вода. Пик (200) показывает, что осуществляется регенерация одного из фильтров установки умягчения Twin. Можно проследить, что этот процесс продолжается два часа.

Также есть возможность наблюдать, как изменяется значение электропроводности между исходной и умягчённой водой. В данном случае значение параметра исходной воды — 353 мкСм/см, а умягчённой — 368 мкСм/см. Перепад, равный 15 мкСм/см, говорит о том, что установка умягчения даёт именно умягчённую воду, то есть работает в пределах установленного фильтроцикла.

После установки данной системы контроля на предприятии в течении трёх дней был определён оптимальный фильтроцикл работы установки умягчения. Он составил 35 м³. При этом расчётный фильтроцикл, введённый ранее в автоматический клапан управления установки умягчения, составлял 25 м³. Фильтроцикл был увеличен более, чем на 30%. Также была выявлена внутренняя протечка клапана управления одного фильтра умягчения, работающего по системе Twin. Из-за этого один фильтр постоянно давал небольшую повышенную жёсткость, что было достаточно проблематично выявить в условиях того, что я производил только один анализ воды на жёсткость в месяц.

Способ измерения электропроводности воды для контроля установок умягчения носит весьма важный, во многом определяющий работу данных систем характер

В настоящее время ведётся постоянный удалённый мониторинг работы системы умягчения, что в условиях пандемии коронавируса оказалось эффективным и безопасным способом контроля.

Подводя итог, хочу сказать, что контроль процесса умягчения воды по электропроводности вполне возможен и значительно увеличивает эффективность работы установки умягчения без проведения постоянных химических анализов воды на жёсткость. Более того, контроль по электропроводности при соответствующей грамотной организации процесса более эффективен, чем проведение периодических химических анализов, так как электропроводность измеряется постоянно и сразу реагирует на изменение жёсткости фильтрата. При этом данный контроль позволяет чрезвычайно просто определить оптимальный фильтроцикл работы установки умягчения, значительно упрощает и повышает качество проведения пусконаладочных работ на установках умягчения.

Жёсткость исходной воды поверхностных источников меняется в зависимости от времени года. К примеру, жёсткость воды в реке Волге меняется от 2,8 до 4,8 мг-экв/л (как правило, от 3,0 до 4,2). Соответственно, фильтроцикл установок умягчения, работающих на такой воде, будет меняться до 30%. Зная это обстоятельство, современные автоматические установки умягчения настраиваются на самое высокое значение жёсткости. При этом в летне-осенний период (при минимальной жёсткости) фильтроцикл мог бы быть увеличен на 20–30%. Контроль по электропроводности позволяет легко это отслеживать, и даже неспециалист сможет настроить оптимальный фильтроцикл в зависимости от текущего значения жёсткости исходной воды.

Резюме

Способ измерения электропроводности воды для контроля установок умягчения носит важный, во многом определяющий работу системы характер. На этом способе измерения электропроводности воды автором получен патент [2]. В настоящее время установка контроля системы умягчения воды уже эксплуатируется на промышленном предприятии.

1. Тихонов И.А. Влияние ионного состава воды на её электропроводность // Журнал СОК, 2021. №2. С. 42–47.
2. Патент RU 2 744 346 C1. МПК C02F 1/42, C02F 5/00, C02F 103/04. Способ контроля работы установки Na-катионирования воды. Патентообл.: И.А. Тихонов. Заявл.: 15.09.2020. Опубл.: 05.03.2021.

Эффективное решение проблемы плохого качества смыва европейских компакт-унитазов

В статье приводится сравнительный анализ основных показателей наиболее типичных компакт-унитазов европейского типа. Он основан на результатах стендовых испытаний в соответствии с ГОСТ 13449–2017. Отмечены основные недостатки рассмотренных компакт-унитазов и основные способы их устранения. Приводится конструктивная схема макета настенного унитаза, в котором устранены обнаруженные недостатки, и кратко излагаются результаты его стандартных стендовых испытаний.

Автор: Ю.И. ЧУПРАКОВ, к.т.н.

Отвратительное качество смыва подавляющего числа европейских компакт-унитазов (КУ) раздражает потребителей (особенно пользователей отечественной техники) по целому ряду важнейших показателей, среди которых наиболее существенными являются следующие:

1. Смыв содержимого чаши не всегда осуществляется с первого спуска, причём всё особенно плохо при спуске содержимого малой плотности (≤ 0,8 г/см^3).

2. Избыточно завышен объём воды на полный спуск (6 л), разрешённый ГОСТ 13449–2017, а малый, ещё не узаконенный спуск по показателям качества смыва пока не удовлетворяет не только потребителей, но и не соответствует разумным гигиеническим требованиям. Стоимость питьевой воды быстро растёт во всём мире. Поэтому зарубежные специалисты работают над снижением объёмов смывающей воды. Уже рекламируются унитазы, потребляющие на смыв 5,5; 5,0 и даже 4,0 л воды на полный спуск. В России полный спуск узаконен уже упомянутым выше ГОСТ 13449–2017. Он суров, но есть «лазейка», позволяющая им не пользоваться, а применять «технические условия», и на самом деле производитель имеет полную свободу. Поэтому российские «унитазостроители» делают смывные бачки объёмом больше, чем 10–13 л, чтобы потребитель, если у него плохо смывает унитаз, мог настроить его на «полный» смыв, превышающий «ГОСТовские» 6 л.

3. Недостаточно полное обновление свежей водой гидрозатвора унитаза при малом спуске воды, что может привести к размножению микрофлоры в этой воде, а это опасно для здоровья потребителей.

4. У многих компакт-унитазов функционирование системы «антивсплеск» осуществляется посредством задней наклонной стенки чаши, размещённой в месте предполагаемой траектории падения фекалий. Попадая на наклонную стенку, последние замедляют скорость своего падения перед входом в воду отвода и всплеск не происходит. Однако контакт падающих фекалий с наклонной задней стенкой чаши приводит к появлению мазов на этой стенке, которые смывающей водой потом не очищаются. Для этого требуется ёршик и дополнительный спуск воды.

Стоимость питьевой воды быстро растёт во всём мире. Поэтому зарубежные специалисты работают над снижением объёмов смывающей воды. Уже рекламируются унитазы, потребляющие на смыв 5,5; 5,0 и даже 4,0 л воды на полный спуск. В России полный спуск узаконен ГОСТ 13449–2017

5. В некоторых унитазах происходит попадание воды на пол помещения в момент её спуска, что иногда случается, если подача воды в чашу производится из-под обода в виде открытого кольца или, как это иногда называют, в виде «каскадного водопада». Особенно часто это происходит, если унитазы с подобной подачей используются в инсталляционных унитазах, в которых вода из бачка подаётся с торца полочки унитаза. Изготовители для исключения попадания воды на пол туалета уменьшают расход воды, ухудшая тем самым качество смыва. Поэтому инсталляционные унитазы не очень-то отвечают требованиям потребителей с точки зрения качества смыва.

6. Потребителей некоторых унитазов раздражают всплески воды, попадающей на интимные части тела при падении фекалий в воду.

7. Иногда случается срыв гидрозатвора. Это очень опасное явление для людей, находящихся в помещении, так как осушённый гидрозатвор после этого не препятствует попаданию канализационных газов, например, в квартиру, и поэтому может случиться отравление ими.

У компакт-унитазов имеется и ряд других недостатков, но менее существенных. Поэтому, из-за ограниченного объёма статьи, они здесь не рассматриваются.

В плохом качестве смыва европейских компакт-унитазов автор убедился на собственном опыте. Сейчас он — пенсионер, а раньше много лет работал главным конструктором ООО «Инкоэр». Эта организация проектирует и выпускает спускную и наполнительную арматуру для смывных бачков, которая по своим основным показателям «цена/качество» обладает отличными показателями, а по некоторым важнейшим — даже превосходит лучшие зарубежные образцы. Однако от потребителей унитазов часто поступали письма, в которых они требовали заменить арматуру на другую, так как происходит плохой смыв содержимого чаши унитаза. Автор лично ездил к таким потребителям и сделал вывод, что виновата в плохом качестве смыва не арматура, а конструктивное несовершенство чаш компакт-унитазов и конструктивные недостатки узлов подвода воды из бачка в чашу, а также узлов отвода воды из чаши в канализационную сеть.

Всё это заставило автора, который в процессе работы и с учётом результатов предыдущей исследовательской работы, даже будучи на пенсии, по зову души вынужден продолжать заниматься не только арматурой для смывных бачков, но и поиском схемно-конструктивных решений в компакт-унитазах, чтобы российские потребители, покупающие новые устройства, оставались бы довольны их качеством смыва. Автор надеется, что отечественные производители унитазов учтут идеи, изложенные в этой статье, и станут выпускать свою продукцию на высоком инженерном уровне.

Упомянутое выше словосочетание «европейские унитазы» — понятие условное. Оно говорит о том, что унитаз приспособлен только для помещений, в которых канализационные трубы размещаются над перекрытиями зданий. Так законодательно принято делать в европейских странах, в том числе и в России.

В Соединённых Штатах Америки и странах-сателлитах США канализационные трубы размещаются под перекрытиями. Поэтому унитазы, рассчитанные под такое размещение канализационных труб, принято называть «американскими». У подобных устройств из-за сравнительно высокого размещения чаши унитаза над канализационной трубой (примерно 500–800 мм) проявляется сифонный эффект, благодаря которому вода и содержимое чаши унитаза высасываются из чаши и без проблем транспортируются в канализационную трубу.

Что касается плохого качества смыва европейских унитазов, то в двух словах

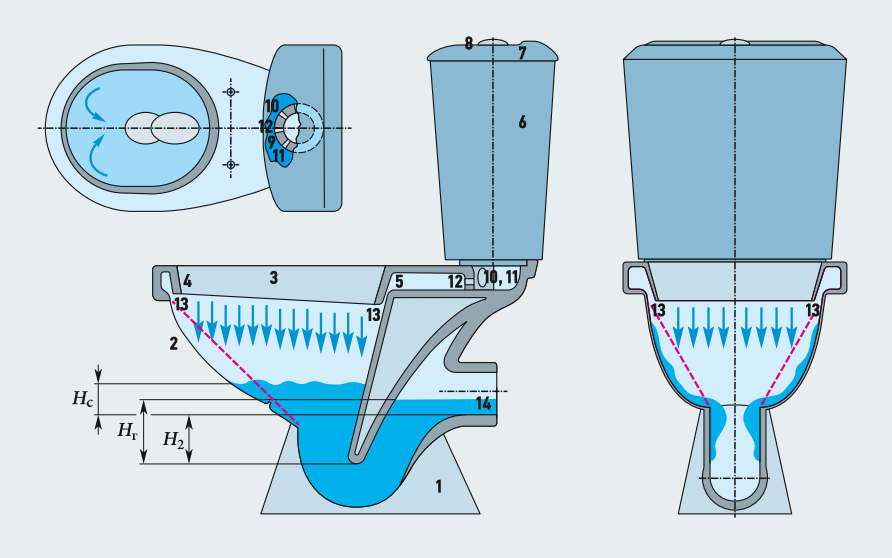


Рис. 1. Принципиальная схема компакт-унитаза с подачей воды из-под обода унитаза в чашу по принципу каскадного водопада или открытого кольца

это объяснить сложно. Поэтому следует рассмотреть одну из упрощённых принципиальных схем европейских компакт-унитазов, приведённую на рис. 1. В процессе исследования его роль исполнял отечественный компакт-унитаз.

Пьедестал унитаза обозначен цифрой 1. Заодно с ним выполнена чаша 2 унитаза, обод 3, внутренняя отбортовка 4 и полка 5. На полке установлен смывной бачок 6 с крышкой 7. Цифрой 8 обозначена кнопка пуска. Полка 5 выполнена пустотелой, и в ней имеется фигурная перегородка 9 с отверстиями 10, 11 и 12, по которым вода поступает в полость обода 3 и далее — в чашу 2 унитаза через открытую щель 13 между верхней внутренней поверхностью чаши 2 и внутренней поверхностью отбортовки 4. Отвод 14 в виде круглой трубы Z-образной формы отливается заодно с чашей 2.

Экспериментальное определение основных показателей для оценки функциональных свойств рассматриваемого компакт-унитаза производилось в соответствии с требованиями ГОСТ 13449–2017 по его следующим пунктам.

П. 10.1. Проверка спускной арматуры на величину среднего расхода на смыв

Она показала, что этот расход вместо 2,5 л/с составляет всего 2,2 л/с, что на 12 % меньше требуемого.

П. 10.2. Определение среднего расхода унитаза на смыв

Полученная экспериментально средняя величина расхода воды на смыв для испытываемого унитаза составила не 1,9, а 1,72 л/с, что почти на 10 % меньше требуемой по ГОСТ 13449–2017.

П. 10.3. Проверка унитаза на качество смыва

Экспериментальная проверка унитаза на качество смыва показала, что искусственные фекалии (шары диаметром 30 мм с плотностью 0,6 г/см^3) при нажатии на кнопку полного спуска после его завершения остаются в чаше унитаза, то есть не транспортируются в канализационную сеть. Также не происходит смыв шаров и большей плотности (0,7 и 0,8 г/см^3). Уходят в канализационную сеть только искусственные фекалии плотностью 0,9 г/см^3.

По-видимому, по этой причине в евростандартах в качестве искусственных фекалий используются пластмассовые шары плотностью 0,9 г/см^3. Кстати, увеличение объёма полного спуска с 6 до 10 л не обеспечивает удаления искусственных фекалий плотностью 0,6–0,8 г/см^3 из чаши унитаза после завершения полного спуска. На основании этого автор считает, что виновата в основном несовершенная геометрия чаши компакт-унитаза, а также её узлов подвода и отвода воды.

Для частичной проверки данного утверждения пришлось несколько изменить геометрию внутренней поверхности чаши 2 за счёт соответствующего наслоения пластилина на её передней поверхности и на её боковых частях. На рис. 1 эти изменения геометрии нанесены пунктирными линиями. После такой доработки искусственные фекалии плотностью 0,8 г/см^3 и более после завершения полного спуска уже оказывались в канализационной сети. Искусственные фекалии меньшей плотности (0,7 г/см^3) только иногда покидали чашу унитаза, в зависимости от места их начального положения на зеркале воды приёмного канала.

Отмеченное имело место при полном спуске от 6 л до нуля в соответствии с требованиями п. 10.3.2 ГОСТ 13449–2017. При таких параметрах расход на смыв будет предельным. В соответствии с работой [1] расход на смыв можно увеличить, если смывной бачок заполнить до объёма, равного, например, 10 л, и установить спускную арматуру, которая прекращала бы слив из бачка после спуска 6 л воды, то есть на уровне 4 л. После проведения перечисленных действий удалось обеспечить спуск искусственных фекалий плотностью 0,6 г/см³, что уже соответствует требованию п. 10.3 ГОСТ 13449–2017.

В настоящее время известно несколько способов удаления содержимого чаши в канализационную сеть. Наибольшее распространение получили два способа.

Первый способ заключается в том, что несколько заужается диаметр трубы отвода, благодаря чему увеличивается её гидравлическое сопротивление. Поэтому в момент спуска воды из бачка в чашу уровень воды в приёмном отверстии поднимается на несколько сантиметров. На столько же поднимается и вода перед выходным патрубком отвода. Эта величина на приведённых в статье эскизах обозначена как H_c. Другой важный показатель — высота гидравлического затвора — обозначена как $H_г$.

Второй способ. Как показали дальнейшие исследования, фекалии меньшей плотности, например, 0,4 или 0,5 г/см³, можно легко удалять из чаши во время спуска за счёт специального формирования потока воды, вытекающего в чашу из-под обода унитаза. Это было осуществлено в компакт-унитазе фирмы Gustavsberg, приобретённого в 2000-е годы. Особенность данного унитаза заключается в том, что кольцевая щель под ободом унитаза выполнена так, что вытекающий из-под обода поток воды достаточно интенсивен. Особенно интенсивным получается основной силовой поток вдоль передней стенки чаши унитаза. Данный поток направлен прямо в центр зеркала воды в отводное отверстие и принудительно проталкивает воду отвода в канализационную сеть.

У этого унитаза есть и недостаток. Смывной бачок имеет вверху некоторое сужение, и его можно закрыть крышкой сравнительно малого размера. Эта крышка выполнена из пластмассы и очень плотно прилегает к торцевой поверхности бачка. В результате в момент спуска воды в бачке появляется разряжение, и расхода воды на смыв явно не хватает. Для устранения данного недостатка в крышке был выполнен сапун (просверлено отверстие),

В настоящее время известно несколько способов надёжного удаления содержимого чаши в канализационную сеть. Первый способ состоит в том, что несколько заужается диаметр трубы отвода, благодаря чему увеличивается её гидравлическое сопротивление

и расход на смыв существенно увеличился, что заметно и без приборов. В результате унитаз мог отправлять в канализацию содержимое плотностью 0,4 г/см³ (!).

Основная масса европейских унитазов транспортировку содержимого из чаши унитаза осуществляет следующим образом. При нажатии на кнопку пуска 8 вода из смывного бачка начинает поступать в чашу 2. Из-за сравнительно большого гидравлического сопротивления отвода уровень воды в чаше поднимается на высоту H_c. Эта высота создаёт напор, благодаря которому содержимое чаши начинает транспортироваться в канализационную сеть. Высота H_c рассматриваемого унитаза (рис. 1), то есть напор, составляет примерно 60–90 мм и существенно зависит от расхода воды, а также от диаметра отводной трубы 14. В европейских унитазах внутренний диаметр отвода составляет величину порядка 80 мм. Поэтому европейские устройства неспособны пока осуществлять интенсивную транспортировку содержимого чаши в канализационную сеть и потребляют не менее 6 л воды на полный спуск.

Некоторые недовольные качеством смыва потребители увеличивают объём смывающей воды. Однако это лишь несущественно улучшает качество смыва, и пользователям приходится мириться с такой неприятной ситуацией.

П. 10.4. Проверка унитаза на качество ополаскивания чаши

Для этого внутренняя поверхность чаши унитаза была опрыснута из пульверизатора жидкой синькой и подсушена. Затем был произведён полный спуск воды из бачка. После завершения спуска внутренняя поверхность чаши была осмотрена на предмет оставшихся следов синьки. Визуальный осмотр поверхности чаши показал, что она осталась относительно чистой. Это указывает на то, что чаша во время полного спуска полностью контактирует с водой и требование п. 10.4 выполняется лишь частично. Вода в основном только смачивает чашу, но не обеспечивает качественной очистки её ранее загрязнившейся поверхности.

В самом деле, повторные спуски и наблюдения за ними показали, что ополаскивание чаши — не очень интенсивное. Ниспадающий поток может очистить чашу только от синьки или от древесных опилок. Если на этой поверхности окажутся прилипшие к ней мазы от фекалий, то очищения не произойдёт.

Этот вывод сделан из сравнения качества ополаскивания чаши в компакт-унитазе фирмы Gustavsberg. Там это происходит более интенсивно. В этом унитазе средний расход воды на смыв составляет 1,95 л/с, а в унитазе, приведённом на рис. 1, только 1,52 л/с, то есть расход меньше на 20%. Можно предположить, что уменьшение среднего расхода на смыв обусловлено увеличенным гидравлическим сопротивлением каналов между входом воды в полочку унитаза и открытым кольцом на выходе воды из полости обода в чашу унитаза.

Ещё в середине прошлого века в унитазах часто встречалось явление «косынки». Это когда после завершения испытания на качество ополаскивания на верхней части передней поверхности чаши оставались опилки, которыми перед спуском посыпалась смоченная водой внутренняя поверхность чаши. Неомытая часть поверхности чаши имела форму косынки. Это происходило потому, что энергия потока воды под ободом унитаза падала по мере удаления от формирующих её отверстий 10 и 11, и вода не доходила до места, где возникала косынка. Падение энергии струй объясняется тем, что по мере их удаления от отверстий 10 и 11 нижние части их частично утекают в чашу. При этом массивность потока, а следовательно, и его энергия под ободом, также уменьшается.

Кроме того, вода, вытекающая из кольцевой щели под ободом унитаза в боковых частях чаши, сначала течёт интенсивно под острым углом к плоскости обода, а затем после контакта с боковой стенкой чаши теряет свою энергию вследствие трения и уже начинает стекать вертикально вниз под собственным весом. Поэтому данный поток и неспособен качественно очистить поверхность чаши, а может только смочить её. Характер и направление течения потоков воды на рисунках показаны тонкими красными линиями.

Борьба с эффектом «косынка» начиналась с установки в канал под ободом унитаза тонкостенных пластмассовых труб, но это приводило к ухудшению качества ополаскивания боковых поверхностей чаши. Потом вместо труб стали выполнять в полости полки 5 фигурную перегородку (рис. 1), в которой имелись два отверстия 10 и 11 диаметром 25–26 мм.

Эти отверстия, как сопла, формируют струю в каналах под ободом, чтобы увеличить скорость, позволяющую струе компактно добраться до места, где формируется косынка. Поскольку отверстия 10 и 11 функционально теперь стали выполнять задачу формирования струй в каналах обода унитаза, то практически исчез активный поток через заднюю часть открытого кольца. Поэтому в перегородке дополнительно к двум сравнительно большим отверстиям выполнили ещё одно отверстие 12 диаметром около 16 мм, что частично решило проблему ополаскивания задней части поверхности чаши.

П. 10.5. Проверка унитаза на гигиеничность

Для этого на обод унитаза с зазором 20 мм накладывается сухой лист стекла, несколько перекрывающий контуры обода чаши унитаза и производится полный спуск воды. После завершения спуска производится осмотр стекла на предмет обнаружения на нем следов воды. Испытываемый унитаз показал удовлетворительные результаты по определению гигиеничности.

Следует отметить, что в компакт-унитазах с подачей воды в чашу унитаза с открытым кольцом от смывного бачка, установленного на цельнолитой полочке, редко встречается попадание брызг на пол туалетного помещения в момент спуска воды. Эта неприятность присуща унитазам, у которых вода из смывного бачка посредством трубы поступает с заднего торца унитаза. Подобная ситуация часто и в основном случается в системах инсталляционного монтажа, а также в приставных унитазах.

П. 10.6. Проверка унитаза на наличие функции «антивсплеск»

Для этой цели берётся оргстекло, способное слегка перекрыть обод унитаза, и в его средней части вырезается отверстие диаметром около 40 мм. Отверстие должно размещаться примерно над центром зеркала воды в отводном отверстии. Стекло тщательно протирается и укладывается на обод унитаза. При заполненном водой отводном канале, которая остаётся после предварительного спуска воды, шар плотностью 0,9 г/см^3 подносится к отверстию в оргстекле, после чего отпускается. Если после этого на нижней поверхности оргстекла останутся брызги воды, то «антивсплеск» отсутствует. И при испытании компакт-унитаза, приведённого на рис. 1, выяснилось, что очень важная для потребителя функция «антивсплеск» в нём не работает.

П. 10.7. Определение высоты гидрозатвора в унитазе

Для этой цели берётся Г-образный стержень диаметром около 4–5 мм. Размер длинного конца должен быть около 150 мм, а короткого — около 40 мм.

После предварительного спуска воды короткий отрезок Г-образного стержня заводится в гидрозатвор под нижнюю часть чаши, а на вертикальном стержне делается отметка, соответствующая уровню воды в приёмном отверстии отвода. Затем стержень вынимается и замеряется расстояние между отметкой уровня воды и коротким стержнем. Оно должно составлять 60–75 мм. В испытываемом унитазе высота гидравлического затвора равна 60 мм, что укладывается в требования п. 10.7 ГОСТ 13449–2017.

Исследования, дополнительные к ГОСТ 13449–2017

Как показало обследование (и об этом уже было упомянуто выше), диаметр отвода в европейских унитазах несколько уменьшен для обеспечения эффекта транспортировки содержимого чаши унитаза в канализационную сеть за счёт подъёма уровня воды в чаше H_c. Однако на практике во время спуска воды полного её обновления не происходит из-за появления вихревых и обратных потоков в отводе, и оставшиеся после спуска микроорганизмы быстро размножаются со всеми вытекающими последствиями.

Были проведены специальные исследования наличия оставшихся микроорганизмов в воде отвода. Сначала в качестве индикатора оставшейся старой воды была использована жидкая синька. Но оказалось, что определить после спуска малые объёмы оставшейся предыдущей воды можно только с помощью спектрометра. Поэтому было найдено более простое решение проблемы. Оно свелось к использованию мелкого спитого чая, то есть мелкого чая, отмоченного в воде. Это бесспорно самый простой и очевидный способ определения чистоты воды в отводе после её спуска.

Было установлено, что чаинок в воде отвода после малого спуска оставалось очень много, то есть вода в отводе не до конца обновлялась. После полного спуска их оставалось значительно меньше, но несколько штук в видимой части воды наблюдалось. Если учесть большую скорость размножения микроорганизмов, то можно утверждать, что даже полный спуск не является гарантией полного обновления воды в гидрозатворе.

Есть подозрение, что в отводе происходит прямое и частично обратное течение жидкости, которое не позволяет избавиться от части старой воды.

Заключение по результатам обследования унитаза (рис. 1)

Таким образом, из семи пунктов требований ГОСТ 13449–2017 им удовлетворяют только два (10.4 и 10.7), причём п. 10.4 — условно. Однако на смывном бачке имеется наклейка красного цвета с кулаком с большим пальцем, поднятым вверх со словами «Марка №1 в России». По этому поводу у В. В. Маяковского в его сатирической пьесе «Баня» есть фраза: *«Самоуважение у Вас, товарищ Победоносиков, титаническое»*. Ведь существуют аналогичные зарубежные компакт-унитазы, в которых указанные недостатки отсутствуют, и этим конструкциям уже почти четверть века. Почему бы не изменить конструкцию унитаза так, чтобы его параметры соответствовали требованиям ГОСТ 13449–2017? Тем более что уже давно известно, как это сделать. Подобных рекламных наклеек не должно быть, поскольку это обман российского покупателя!

Недостатки компакт-унитазов с подачей воды в его чашу посредством открытой кольцеобразной цели из-под обода унитаза имеют давнюю историю, относящуюся к началу прошлого столетия. Если вспомнить унитазы с высоко располагаемыми смывными бачками, то в них уже использовалось открытое кольцо. Благодаря высокому расположению смывного бачка обеспечивался бурный поток воды на смыв, и открытое кольцо под ободом унитаза устраивало потребителей. Затем бачок стали опускать ближе к унитазу по эстетическим и технологическим соображениям, и стали появляться проблемы с качеством смыва. И как только смывной бачок установили на полку обода унитаза, всплыли все проблемы компакт-унитазов, которые были отмечены выше.

Недостатки компакт-унитазов, с подачей воды посредством открытой кольцеобразной цели из-под обода унитаза, имеют давнюю историю, относящуюся к началу прошлого столетия

Из-за огромного количества практически нерешаемых проблем со старой схемой компакт-унитазов (рис. 1) появились компакт-унитазы с душевой подачей воды из-под обода унитаза в его чашу, но они оказались из-за усложнения пресс-форм для литья унитазов и использования ручного труда несколько подороже. Однако их эксплуатационные показатели существенно улучшились, а конструктивные особенности позволяют без больших проблем их совершенствовать, чтобы обеспечить показатели очень близкие к показателям американских «сифонирующих» унитазов по смывным качествам являющихся пока лучшими. Но это — пока.

На рис. 2 приведена конструктивная схема компакт-унитаза с душевой подачей воды из-под обода в чашу. Он также состоит из пьедестала 1, на котором заодно выполнены: чаша 2 с отводом 3, обод 4 и полка 5 с отверстием для поступления воды из смывного бачка 6 с крышкой 7 и кнопкой 8 спуска воды из бачка. На нижней поверхности обода 4 выполнено достаточно много разных отверстий для поступления воды из полостей обода 4 в чашу 2 унитаза. Прообразом этой конструктивной схемы является один из отечественных компакт-унитазов. Он был произведён в конце прошлого года, и он же будет объектом экспериментальных исследований.

Далее приведём результаты исследований без расшифровки действий в процессе эксперимента по определению основных параметров компакт-унитаза показанного на рис. 2, поскольку эта расшифровка уже использовалась при испытаниях исходного компакт-унитаза (рис. 1). Будут показаны результаты эксперимента.

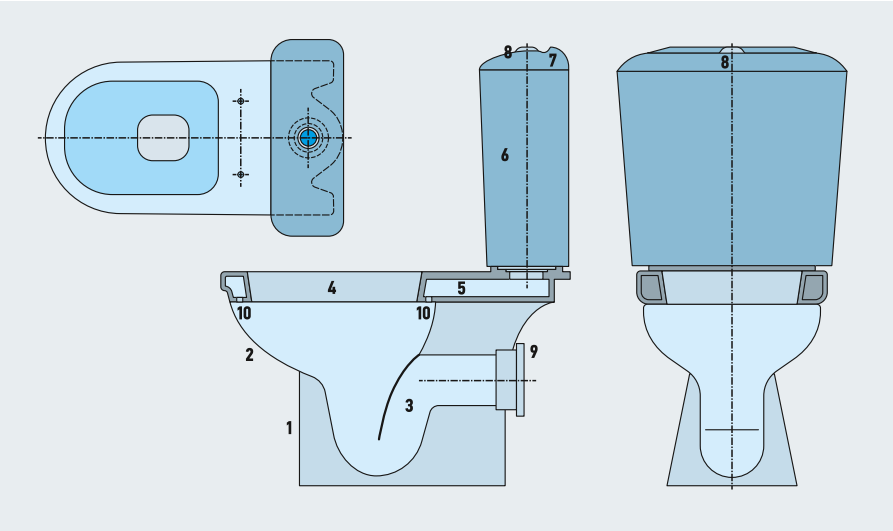


Рис. 2. Схема компакт-унитаза с душевой подачей воды из-под обода унитаза в чашу (**1**, **2** и **3** — пьедестал, чаша и отвод; **4** — внутренняя часть обода; **5** — полка унитаза; **6** — бачок; **7** — крышка бачка; **8** — кнопка пуска; **9** — пластмассовый фланец канализационной трубы ∅ 100 мм с уплотнительной резиновой манжетой; **10** — отверстия под ободом унитаза)

П. 10.1. Проверка спускной арматуры на величину среднего расхода на смыв

Средний расход на смыв спускной арматуры оказался равным 2,32 л/с, что достаточно близко к требованию ГОСТ 13449–2017 (2,5 л/с), но всё-таки не до конца.

П. 10.2. Определение среднего расхода на смыв компакт-унитаза

При спуске воды от 6 л до нуля, как это записано в ГОСТ 13449–2017, расход воды этого унитаза составляет 1,45 л/с, что почти на треть меньше, чем требование этого же ГОСТ. Был также замерен средний расход 6 л воды (бачок позволяет это сделать) от уровня наполнения 11 л до нижнего уровня прекращения спуска, равного 5 л. Величина этого среднего расхода составила 2 л. Такой расход даже несколько превосходит требования п. 10.2 соответствующего ГОСТ.

П. 10.3. Проверка унитаза на качество смыва

На зеркало воды на входе в отвод было положено четыре шара (искусственные фекалии) разной плотности: 0,9; 0,8; 0,7 и 0,6 г/см^3. Затем был произведён полный спуск воды в бачке от 6 л до нуля. Шары плотностью 0,9 и 0,8 г/см^3 потоком были удалены из чаши, а шары с плотностью 0,6 и 0,7 г/см^3 остались в чаше.

После того, как уровень воды снова достиг значения 6 л, был произведён ещё один спуск, в результате которого шар плотностью 0,7 г/см^3 покинул чашу, а шар 0,6 г/см^3 остался в чаше унитаза. Однако подобное случается редко. Отдельно положенный на зеркало воды отвода шар плотностью 0,7 г/см^3 не всегда покидает чашу при полном спуске от 6 л до нуля. Шары плотностью 0,8 и 0,9 г/см^3 после такого спуска покидают чашу постоянно.

При более высоких уровнях спуска (от 11 до 5 л) шары покидают чашу так же, как и при более низких уровнях, несмотря на все надежды. Однако в этом случае существенно улучшается качество ополаскивания чаши. Для достижения качественного обеспечения хорошего смыва при более высоких уровнях воды в бачке следует существенно изменить геометрию чаши, что и будет показано ниже.

П. 10.4. Проверка унитаза на качество ополаскивания чаши

Как показал эксперимент, ополаскивание чаши визуально было относительно удовлетворительным как при низких уровнях спуска (от 6 л до нуля), так и при высоких (от 11 до 5 л). Вытекающие из-под обода струи имеют отклонения в разные стороны от предполагаемых линий течения. Некоторые близлежащие струи наклонены друг к другу и «слипаются» на высоте от 20 до 50 мм от нижней поверхности обода. В результате наблюдаются участки поверхности чаши, которые недостаточно эффективно омываются водой и в этих местах при очень тщательном осмотре ополаскивание чаши недостаточно хорошее. Оно было бы более качественным, если бы оси каналов, из которых вытекают струи имели бы отклонение в сторону стенок чаши. Тогда каждая струя, вытекающая из канала, могла бы растекаться по поверхности чаши и ополаскивать бóльшую площадь чаши, чем в испытываемом образце унитаза.

Ополаскивание чаши визуально было относительно удовлетворительным как при низких уровнях спуска (от 6 л до нуля), так и при высоких (от 11 до 5 л)

Осмотр отверстий показал, что они выполнены не очень качественно. В частности, входной участок некоторых отверстий имеет заусенцы, направленные на сужение канала. Кроме того, эти заусенцы размещены на кромке отверстий нерегулярно, что приводит к отклонению струй от желательной траектории. Всё это — «огрехи» технологического характера.

К сожалению, струи, вытекающие из-под обода унитаза, выглядят несколько хаотичными. Однако центральная струя большего размера, вытекающая из передней части обода, не отклоняется от заданной траектории. Вместе с тем её одной недостаточно для активного проталкивания содержимого чаши в канализацию. Хотелось бы иметь не менее трёх таких струй. Выполнить в кустарных условиях подобную задачу не представляется возможным, так как унитаз изготовлен из термообработанного фарфора.

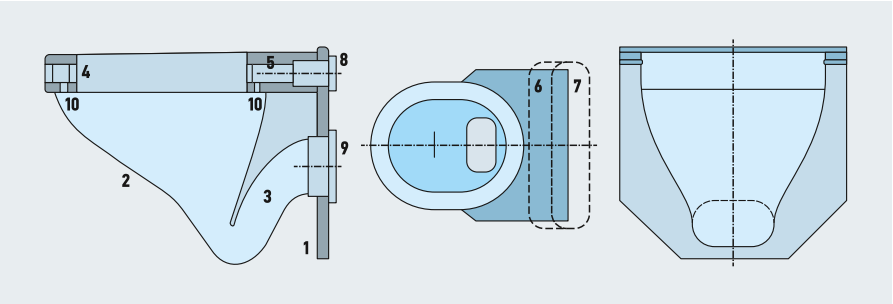


Рис. 3. Принципиальная схема макета настенного унитаза с душевой подачей воды из-под обода унитаза в чашу (1, 2 и 3 — вертикальная опорная стена, чаша и отвод; 4 — внутренняя часть обода; 5 — полка унитаза; 6 — бачок; 7 — крышка бачка; 8 и 9 — фланцы пластмассовых канализационных труб ∅50 и ∅100 мм с резиновыми манжетами; 10 — отверстия под ободом унитаза)

П. 10.5. Проверка унитаза на гигиеничность

В процессе исследования на гигиеничность установлено, что, благодаря душевой подаче воды из-под обода в чашу унитаза, брызг воды во время её спуска не наблюдалось.

П. 10.6. Проверка унитаза на наличие функции «антивсплеск»

В процессе экспериментального исследования выяснилось, что в испытываемом компакт-унитазе (рис. 2) функция «антивсплеск» отсутствует.

П. 10.7. Определение высоты гидрозатвора

Она равна 65 мм, что укладывается в требование ГОСТ 13449–2017.

Заключение по результатам обследования компакт-унитаза (рис. 2)

Таким образом, унитаз, разработанный зарубежными специалистами, обладает примерно такими же показателями, как и унитаз, разработанный отечественными. Оба компакт-унитаза не отвечают полностью требованиям ГОСТ 13449–2017. К тому же, несмотря на мою настоятельную просьбу, при покупке я не смог добиться на эти унитазы технических требований. Оказывается, это очень большой секрет (?!), который может раскрыть только непосредственно предприятие-изготовитель унитазов, координат которого продавцы не знают. Можно перечислить общие недостатки этих унитазов:

1. Отсутствие функции «антивсплеск».

2. Недостаточная мощность основного потока для принудительной транспортировки содержимого чаши унитаза во входную часть отвода.

3. Недостаточная эффективность потока для качественного ополаскивания чаши.

4. Недостаточно эффективная возможность обновления воды в канале отвода.

5. Недопустимо большая для современных дней величина среднего расхода на смыв. Объём воды на полный спуск уже превышает достигнутые значения объёмов на полный спуск в некоторых изделиях зарубежных производителей.

Трудно найти компакт-унитаз, отвечающий всем требованиям строгих российских ГОСТов. Этим грешат и лучшие зарубежные компакт-унитазы. Причиной тому среди российских унитазов служит возможность пользоваться не ГОСТами, а составлять свои технические требования. Так проще работать. Тогда для чего нужны эти ГОСТы, если есть технические условия? Прямо загадка природы!

Приведённые в статье изменения позволят обеспечить унитазам отечественного производства выполнение требований ГОСТ 13449–2017 и снизить объём воды на полный спуск, что позволит сберечь очень большое количество питьевой воды

Для устранения некоторых из перечисленных недостатков необходимо несколько доработать основные узлы и элементы унитаза. Например, следует увеличить проходное сечение отвода до 78,5 см^2, что соответствует диаметру 100 мм, вместо принятых сейчас 45 см^2, соответствующих диаметру 76 мм. Если использовать для подачи воды из-под обода унитаза в его чашу схему каскадного водопада, то следует выполнить геометрию обода так же, как это делает фирма Gustavsberg, и убрать отверстия для формирования струй потоков под ободом чаши унитаза, ограничивающие величину расхода на смыв. Если же использовать душевую схему подачи воды в чашу, то следует увеличить количество крупных отверстий в передней части обода хотя бы до трёх-четырёх вместо одного. Внести в конструкцию унитаза устройство, обеспечивающее наличие функции «антивсплеск». Существенно увеличить ширину приёмного отверстия отводного канала по сравнению с общепринятым размером (около 90 мм). Создать спускную арматуру с возможностью регулировки нижнего уровня автоматического прекращения процесса спуска воды из смывного бачка.

Перечисленные изменения позволят обеспечить унитазам отечественного производства как прежде всего выполнение требований ГОСТ 13449–2017, так и снизить объём воды на полный спуск до 4 л вместо 6 л. Последнее в масштабах страны позволит сберечь очень большое количество питьевой воды. Ведь через унитазы в канализацию спускается в основном не техническая, а питьевая вода, которая требует предварительной дорогостоящей подготовки.

Поскольку автор не смог проверить на серийных образцах некоторые идеи по улучшению наиболее важных параметров, то пришлось изготовить макет унитаза с более качественными показателями из подручных материалов. Для этого использовалась ламинированная доска (материал — древесно-стружечная плита, ДСП), эпоксидный клей, хлопчатобумажная ткань, листы микропористой резины, шурпы и виниловые трубки разного размера. Эскиз макета изготовленного унитаза приведён на рис. 3. Он был изготовлен как подвесной унитаз, что несколько облегчило его изготовление в домашних условиях. Отверстия под ободом унитаза выполнялись диаметром 15,5 мм. Поскольку это была доска ДСП, то в данные отверстия запрессовывались короткие отрезки виниловых трубок наружным диаметром 16 мм с толщиной стенок 2 мм. Их внутренний диаметр составлял 12 мм. Эти трубки в количестве четырёх штук оставались в передней части обода для создания силового потока, проталкивающего воду в отводе в канализационную трубу. В остальные отверстия, работающие на ополаскивание, запрессовывались такие же втулки, но в них ещё вставлялись виниловые трубки наружным диаметром 12 мм с толщиной стенки 2 мм также по плотной посадке.

Этот макет унитаза испытывался, как и предыдущие унитазы. Испытания показали, что все показатели унитаза с обновлённой геометрией соответствуют всем требованиям ГОСТ 13449–2017 — начиная с п. 10.1 до п. 10.7.

1. Чупраков Ю.И. Как увеличить расход на смыв европейских компакт-унитазов за счёт изменения конструкции спускной арматуры // Журнал СОК, 2020. №8. С. 22–25.
2. Чупраков Ю.И. Новая методика определения реальной эффективности смыва компакт-унитазов // Журнал СОК, 2017. №2. С. 38–46.

ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

Vitodens 100: экологичное и инновационное отопление

Если стоит задача модернизации системы отопления частного дома или квартиры в рамках небольшого бюджета, новые настенные газовые конденсационные котлы серии Vitodens 100 станут идеальным решением. Современные технологии, такие как инновационная горелка MatriX-Plus и интеллектуальная система управления горением Lambda Pro, обеспечивают небольшой расход топлива и низкие выбросы CO_2. Это в равной степени позитивно сказывается на кошельке клиента и климате.

Преимущества для партнёров и пользователей

Новые газовые конденсационные котлы Vitodens серии 100 мощностью от 3,2 до 32 кВт подходят как для частных домов, так и поквартирного отопления:

- Vitodens 100-W, компактный настенный котёл, как в одноконтурном, так и двухконтурном исполнении;
- Vitodens 111-W, компактный настенный конденсационный котёл со встроенной накопительной ёмкостью послойной загрузки, объёмом 46 л для ещё более комфортного горячего водоснабжения.

Новое поколение котлов имеет ряд преимуществ по сравнению с обычными теплогенераторами. Например: простота управления и ввода в эксплуатацию благодаря инновационной электронной платформе со встроенным Wi-Fi, которая предоставляет возможность удобного управления с помощью приложения ViCare и позволяет использовать цифровой сервисный инструмент Vitoguide. И, что не менее важно, это высокоэффективные и экологичные газовые конденсационные котлы нового поколения.

Кроме того, новые теплогенераторы представлены в современном дизайне с белым матовым порошковым покрытием Vitopearlwhite и чёрной, глянцевой панелью управления. Таким образом, новые конденсационные котлы гармонично вписываются в любой жилой интерьер.

Низкий уровень выбросов вредных веществ и стабильно высокий КПД

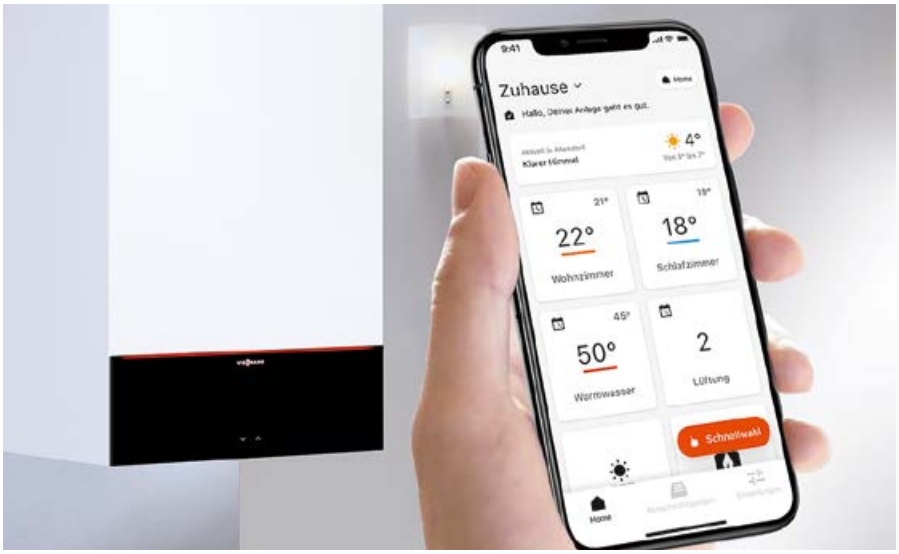
Горелка MatriX-Plus обеспечивает максимальную эффективность и надёжность нового поколения Vitodens 100. Благодаря широкому диапазону модуляции 1:10 и максимально стабильному горению, она постоянно подстраивает работу котла под фактическую потребность в тепле.

Новый настенный газовый конденсационный котёл Vitodens серии 100

Тактование горелки сокращается до минимума, при этом КПД котла достигает до 98 % (по высшей теплоте сгорания — **S**uperior Calorific Value, H_s) / 109 % (по низшей теплоте сгорания — **I**nferior Calorific Value, H_i). Это обеспечивает низкий расход топлива и снижает выбросы CO_2. Зарекомендовавший себя теплообменник Inox-Radial из нержавеющей стали передаёт тепло, вырабатываемое горелкой MatriX-Plus, в систему отопления.

Уже сегодня готов к работе на водородной смеси благодаря контроллеру сжигания Lambda Pro

Независимо от того, меняется ли тип газа, его качество или меняются условия эксплуатации — автоматический контроллер сжигания топлива Lambda Pro в газовых конденсационных котлах Vitodens обеспечивает надёжную и экологически безопасную работу с максимальной эффективностью в любое время. Инновационная система управления горением позволяет без проблем и эффективно использовать газовые смеси, состоящие из природного газа и водорода (с долей 20 %).



Материал подготовлен пресс-службой компании ООО «Виссманн»

VIESMANN

Новое поколение Vitodens 100-W

Vitodens 100-W – настенный газовый конденсационный котел для частных домов и поквартирного отопления

Как крупный производитель с многолетним опытом мы знаем, что особенно важно при производстве настенных котлов.
С нашим новым Vitodens 100-W пользователи могут положиться на проверенное временем качество продукции Viessmann.

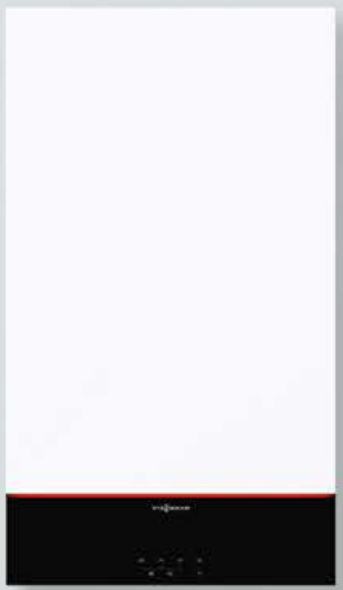
Инновационная горелка MatriX-Plus и теплообменник из нержавеющей стали Inox-Radial обеспечат высокий КПД и безопасность эксплуатации.

Котел Vitodens 100-W доступен как как в одноконтурном, так и в двухконтурном исполнении. Встроенный WiFi интерфейс обеспечит удобную работу через приложение ViCare.

vitodens.viessmann.ru

ООО «Виссманн»
г. Москва , +7 495 663 21 11

Реклама.



Connectivity Inside

Новые настенные газовые конденсационные котлы Vitodens 100-W и Vitodens 111-W от Viessmann мощностью от 3,2 до 32 кВт одинаково подходят для квартир и частных домов

Теплогенераторы сертифицированы согласно ZP 3100 от DVGW Cert GmbH. Это означает, что новое поколение котлов уже готово к будущему, когда в газовые сети начнут подавать водород, генерируемый с помощью энергии ветра и солнца для сокращения выбросов CO_2 и защиты климата на нашей планете.

Специалисты по монтажу также смогут оценить преимущества интеллектуального контроллера горения: благодаря Lambda Pro отпадает необходимость наладки котла под тип газа. Регулятор горения сам распознáет соответствующий тип топлива и автоматически подстроит под него работу котла Vitodens.

Простое и понятное управление

Новое поколение котлов Vitodens 100 оснащено панелью управления с простым и понятным в использовании сенсорным 3,5-дюймовым дисплеем. Панель управления отличается также тонким дизайном в стиле Blackpanel. Она позволяет управлять системами отопления с прямым и/или смесительным контуром отопления.

Комфорт и надёжность благодаря встроенному модулю Wi-Fi

Как и все газовые конденсационные котлы Vitodens нового поколения, котлы серии 100 переведены на новую электронную платформу со встроенным Wi-Fi-интерфейсом. Это обеспечивает бесперебойную связь между теплогенератором, пользователем и специализированным сервисным партнёром.

Пользователь имеет возможность управлять своей системой отопления в любое время с помощью бесплатного приложения ViCare и, при желании, активировать доступ к своей системе для специализированной сервисной компании, которая, в свою очередь, может мониторить её через цифровой сервисный центр Vitoguide. Это позволит сервисному партнёру распознавать необходимость технического обслуживания и возможные неисправности на ранней стадии, вносить изменения в параметры работы котла в режиме онлайн и, при необходимости, действовать до того, как в доме станет холодно. Это — безопасность и комфорт высшего уровня.

Простой ввод в эксплуатацию и обслуживание с помощью специального приложения

Другие многочисленные особенности новой серии Vitodens 100 значительно упрощают ввод в эксплуатацию и обслуживание устройств. Ввод в эксплуатацию можно выполнить быстро и легко с помощью специального приложения.

С новым цифровым сервисным инструментом Vitoguide техническое обслуживание становится фактически детской игрой. Обслуживание, диагностика неисправностей и замена запасных частей выполняются теперь очень просто.

Технические характеристики котлов Vitodens серии 100 — табл. 1

Номинальная мощность, кВт	3,2–32
КПД (по высшей теплоте сгорания H_s), %	98
Модуляция горелки	1:10
Объём ёмкостного накопителя, л	46 (для котла Vitodens 111-W)
Класс энергоэффективности	A (A+ в комбинации с солнечным коллектором)

Благодаря модульной концепции котлов нового поколения и унификации комплектующих, на 50 % сокращаются складские запасы запчастей. Например, теперь требуется только один типоразмер горелки MatriX-Plus, один стандартный электрод розжига и одно уплотнение горелки для всех мощностей (до 32 кВт).

Преимущества для специализированных компаний

1. Долговечность и эффективность благодаря теплообменникам Inox-Radial.
2. Горелка MatriX-Plus из нержавеющей стали с длительным сроком службы благодаря специальной перфорации MatriX.
3. Автоматический контроль горения для всех типов газа Lambda Pro.
4. Тихая работа благодаря низкой скорости вращения вентилятора.
5. Встроенный интерфейс Wi-Fi для подключения к Интернету.
6. Пошаговый процесс ввода в эксплуатацию с помощью приложения.
7. Подходит для интеграции солнечных коллекторов (Vitodens 100-W).

Преимущества для пользователей

1. Простое, интуитивно понятное управление через приложение ViCare и встроенный интерфейс Wi-Fi.
2. Высокая эксплуатационная безопасность благодаря автоматическому контроллеру горения Lambda Pro.
3. Высокая эффективность и низкий уровень выбросов CO_2 благодаря инновационной горелке MatriX-Plus.
4. Простое управление благодаря сенсорному 3,5-дюймовому дисплею.
5. Высокое удобство приготовления горячей воды в ограниченном пространстве благодаря встроенному водонагревателю послойной загрузки (Vitodens 111-W).
6. H_2Ready — пригоден для работы на газовой смеси с 20 %-й примесью водорода.

Технические характеристики

Основные технические характеристики котлов Vitodens серии 100 представлены в табл. 1.

Доступность

Новые конденсационные котлы Vitodens серии 100 доступны для заказа с апреля 2021 года.

ООО «Виссманн»

141014, МО, г. Мытищи,
ул. Центральная, вл. 206, БЦ «Квадрум»
Тел.: +7 (495) 663-21-11
E-mail: marketing@viessmann.ru
www.viessmann.ru

Сезонный аккумулятор теплоты и холода для системы энергоснабжения здания*

* Статья подготовлена на основе доклада, представленного на V отраслевой конференции «Промышленные тепловые насосы. Системы хранения тепла и холода», проведённой журналом СОК 3 февраля 2021 года в рамках выставки Aquatherm Moscow.

Рецензия эксперта на статью получена 15.02.2021 [The expert review on the article received on February 15, 2021].

Улучшенные тепловые характеристики здания и интеграция возобновляемых источников энергии — два наиболее эффективных средства уменьшения зависимости дома от ископаемого топлива для удовлетворения потребностей в энергии.

Стандарт «пассивного дома» устанавливает методы улучшения тепловых характеристик здания — использование повышенной изоляции строительных конструкций и высокое качество строительства — для достижения очень низкого уровня потребления энергии на отопление (в три-пять раз меньше по сравнению с домами, построенными в соответствии с минимальными требованиями строительных норм [1]). Одним из основных требований к «пассивным домам» является удельный расход тепловой энергии на отопление не более 15 кВт·ч/(м²·год).

В условиях сурового российского климата очень сложно добиться выполнения требований, характерных для «пассивного дома». Как правило, фактическое энергопотребление домов в России превышает эти требования в два раза и более [2, 3]. В работе [4] было показано, что для выполнения требований «пассивного дома» в условиях московского региона необходимо иметь коэффициент термического сопротивления ограждающих конструкций (стен, крыши) на уровне R = 15 м²·°С/Вт и более, что существенно превышает нормативные значения требуемого сопротивления теплопередаче R = 3,13–3,8 м²·°С/Вт.

Использование солнечных комбинированных систем и накопления тепловой энергии в домах с низким энергопотреблением способно значительно снизить потребности в отоплении помещений и снабжении горячей водой (ГВС) [5].

Реальность такова, что в условиях сурового российского климата очень сложно добиться выполнения требований, характерных для «пассивного дома»

Одним из путей снижения энергопотребления здания является использование ВИЭ для производства электрической и тепловой энергии [6, 7], благодаря чему здание становится активным и в состоянии снизить энергопотребление до уровня близкого к нулевому [8–10].

Большое количество исследований посвящено правильному подбору компонентов комбинированных солнечных систем, предусматривающих хранение тепловой энергии [5, 11–13].

Возможны два варианта сезонного хранения теплоты и холода: в теплоаккумуляторе [6] и льдоаккумуляторе [14–16], размещённых под землёй и нагреваемых солнечными коллекторами для отопления и кондиционирования здания совместно с тепловым насосом. В качестве теплоносителя в подземных ёмкостях может использоваться вода в жидком и твёрдом состоянии. В связи с тем, что у каждого аккумулятора тепловой энергии есть свои преимущества и недостатки, проводится работа по выбору оптимального решения для внедрения в существующую систему энергоснабжения объекта.

УДК 620.92:658.26. Научная специальность: 05.14.04.

Разработка и исследование сезонного аккумулятора теплоты и холода для системы энергоснабжения здания

И. А. Султангузин, д.т.н., профессор, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (НИУ «МЭИ»); **Б. А. Христенко**, аспирант, НИУ «МЭИ»; **В. Ю. Чайкин**, магистрант, НИУ «МЭИ»; **Т. В. Яцюк**, инженер-архитектор, Агентство проектного консалтинга «Содействие»; **Д. А. Кругликов**, аспирант, НИУ «МЭИ»; **Ю. В. Яворовский**, к.т.н., заведующий кафедрой промышленных теплоэнергетических систем, НИУ «МЭИ»; **А. Н. Нечаев**, генеральный директор ООО «ТНС»; **А. В. Скоробатюк**, генеральный директор ООО «Новый полюс»

Россия относится к странам с суровым климатом: для многих регионов свойственна холодная зима и жаркое лето. В связи с этим актуальной проблемой является сезонное аккумулирование тепловой энергии летом для зимнего периода и холода зимы для летнего периода. Главной задачей данной работы является исследование, проектирование и создание подземного аккумулятора для внедрения в существующую систему теплоснабжения энергоэффективного дома. Возможны два типа сезонного аккумулятора: с повышенной температурой до 60–70 °С и льдоаккумулятора с хранением энергии при температурном режиме 0–30 °С в жидкой фазе и в фазе льда. Разработано проектное решение по внедрению аккумуляторов двух типов в существующую систему теплоснабжения энергоэффективного дома. Произведён расчёт аккумулирующей способности аккумуляторов. Разработана схема испытательного стенда.

Ключевые слова: *льдоаккумулятор, тепловой аккумулятор, тепловой насос, сезонное аккумулирование, солнечный коллектор, энергоэффективность, энергосбережение, BIM, BEM, CFD, ArchiCAD, «пассивный дом».*

UDC 620.92:658.26. Number of the scientific specialty: 05.14.04.

Development and research of seasonal heat and cold storage for building energy supply system

I. A. Sultanguzin, Doctor of Technical Science, Professor, National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (NRU "MPEI"); **B. A. Khristenko**, postgraduate student, NRU "MPEI"; **V. Yu. Chaykin**, master student, NRU "MPEI"; **T. V. Yatsyuk**, engineer-architect, "Agency of project consulting "Sodeistvie", LLC; **D. A. Kruglikov**, master, postgraduate student, NRU "MPEI"; **Yu. V. Yavorovsky**, PhD, Head of Industrial Thermal Engineering Systems Department, NRU "MPEI"; **A. N. Nechaev**, general director, "TNS", LLC; **A. V. Skorobatyuk**, general director, "New Polus" LLC

Russia is a country with a harsh climate for many of the regions are characterized by cold winters and hot summers. In this regard, the current problem is the seasonal accumulation of thermal energy in the summer for the winter period and the cold of winter for the summer period. The main task of this work is to study, design and create an underground battery for the introduction of an energy-efficient house into the existing heat supply system. There are two types of seasonal accumulator: with an increased temperature of up to 60–70 °C and an ice accumulator with energy storage at a temperature of 0–30 °C in the liquid phase and in the ice phase. A design solution has been developed for the introduction of two types of batteries into the existing heat supply system of an energy-efficient house. The accumulating capacity of the accumulators is calculated. The scheme of the test bench is developed.

Key words: *heat storage, ice accumulator, heat accumulator, heat pump, seasonal accumulator, solar collector, energy efficiency, energy saving, BIM, BEM, CFD, ArchiCAD, passive house.*

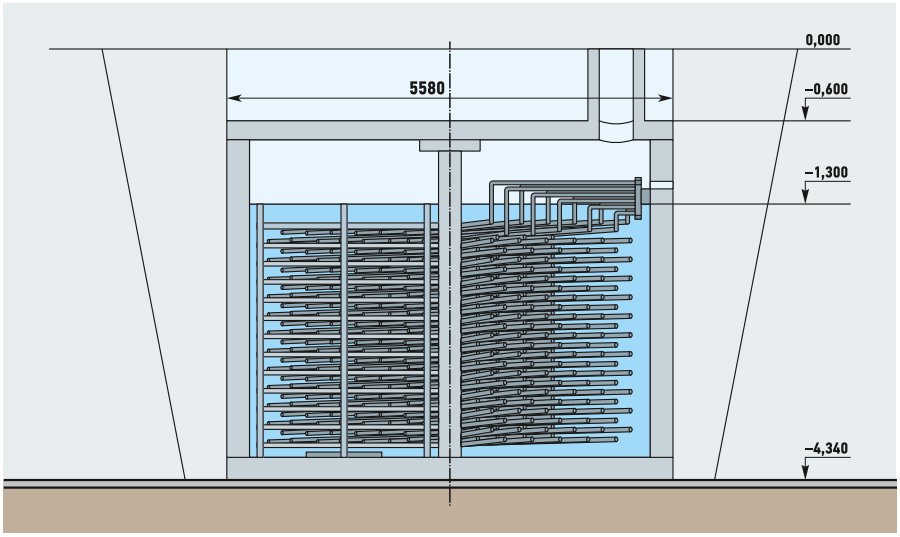


Рис. 1. Чертёж подземного льдоаккумулятора водонаполнением 53 м³

Применение льдоаккумулятора

В России официально не зафиксировано применение льдоаккумуляторов в качестве низкопотенциального источника тепла для тепловых насосов типа «рассол — вода». Основным преимуществом данной системы является то, что, в отличие от геотермальных зондов, она не требует специальных разрешений на строительство. Это помогает решить ряд проблем, возникающих на стадиях проектирования, строительства и дальнейшей эксплуатации. Основной трудностью для некоторых регионов является большая глубина промерзания грунта.

Схема установки состоит из одного или двух льдоаккумуляторов (расположенных на расстоянии более 2 м друг от друга), подобранного согласно проектировочному расчёту количества солнечных коллекторов, реверсивного теплового насоса и буферной ёмкости для приготовления горячей воды [13, 14].

Установленные на крыше гелио-воздушные абсорберы вырабатывают тепло из окружающей среды, в дневное время получая его за счёт инсоляции, а далее подают тепло в тепловой насос. Если энергия не отбирается тепловым насосом, она служит для регенерации льдоаккумулятора либо для нагрева буферной ёмкости. Льдоаккумулятор со встроенным теплообменником устанавливается ниже глубины промерзания грунта, наполняется подготовленной водой и используется в качестве низкопотенциального источника тепла [16]. Тепловой насос должен иметь возможность работать в реверсивном режиме. В летний период, когда потребность в отоплении отсутствует, а тепловая нагрузка на горячее водоснабжение минимальна, с помощью солнечных коллекторов тепловая энергия подаётся в бак-аккумулятор. Когда начинается отопительный период тепловые нагрузки возрастают, а потребность в кондиционировании снижается. Тогда тепловой насос начинает отбирать тепло из льдоаккумулятора, вплоть до контролируемого обледенения при 0 °С. Далее в хранилище происходит фазовый переход воды из жидкого в твёрдое состояние. Параллельно осуществляется процесс теплообмена между льдоаккумулятором и окружающей средой (грунтом). По завершении отопительного периода потребность в отоплении здания снижается, и тепловой насос переходит в реверсивный режим работы. В данном режиме происходит регенерация льдоаккумулятора. Производится отбор холода из хранилища и направляется на кондиционирование помещений. Лёд в баке-аккумуляторе начинает таять, и происходит постепенное накопление тепла. Таким образом, цикл замыкается [15, 16].

Основным преимуществом рассматриваемой в данной статье системы является то, что, в отличие от геотермальных зондов, она не требует никаких специальных разрешений на строительство

Первой, кто оформила патент на данное решение, является компания Isocal. В 2011 году ею был реализован ряд проектов с использованием систем тепло- и холодоснабжения на основе льдоаккумуляторов: детский сад (три льдоаккумулятора с водонаполнением 12 м³ каждый позволяют полностью покрыть тепловую нагрузку детского сада, равную 24 кВт), жилой комплекс из 112 квартир (льдоаккумулятор водонаполнением 400 м³ покрывает потребности до 140 кВт) и др.

В 2012 году компания Viessmann приобрела компанию Isocal и теперь владеет патентом на данную технологию. Совместно было разработано стандартное решение [14], которое состоит из теплового насоса, хранилища льда (объём 12 м³) и комплекта солнечных коллекторов и компании активно занимаются его реализацией в странах Европе. Помимо этого, компания Viessmann также занимается разработкой решений для крупных объектов. С 2012 по 2018 годы было продано и установлено более 180 систем хранения льда для офисных зданий и других крупных сооружений, а также более 1100 систем Vitofriocal для частных домов.

Проектное решение (ёмкость объёмом 53 м³) представлена на рис. 1. Характеристики теплообменника представлены в табл. 1 [15]. Данное решение позволяет использовать ёмкость, как в режиме льдоаккумулятора, так и в режиме теплового аккумулятора (для данного случая необходимо применение теплоизоляции ограждающих конструкций).

Параметры теплообменника льдоаккумулятора водонаполнением 53 м³ табл. 1

№ змеевика	Параметры					
	Длина, м	Диаметр, мм	Скорость, м/с	Площадь поверхности теплообмена, м²	Кол-во петель, шт.	Водонаполнение, л
1	94,5	32	1	11,25	11	76
2	95	32	1	11,14	12	76
3	81	32	1	9,64	11	65
4	80,5	32	1	9,58	12	65
5	67,5	32	1	8,03	11	54
6	65,5	32	1	7,82	12	53
7	54	32	1	6,42	11	43
8	51	32	1	6,06	12	41
9	40,5	32	1	4,81	11	32
10	36,5	32	1	4,31	12	29
11	27	32	1	3,21	11	22
Итого	700 (693)	–	1	82,43	–	555

Применение теплоаккумулятора

Применение теплового аккумулятора схоже с льдоаккумулятором, но его отличительной особенностью является то, что температура в ёмкости в тёплый период года повышается с помощью солнечных коллекторов до 60–70 °С, а сама ёмкость требует повышенного утепления (с применение теплоизоляционных материалов толщиной до 500–600 мм) для достижения эффекта «термоса». До конца ноября тепловой аккумулятор позволяет производить отбор тепла на нужды отопления дома напрямую из ёмкости, а после — использовать тепловой насос до охлаждения воды в ёмкости до 0–1 °С (эксплуатация ниже данной отметки не рекомендуется).

За прототип тепловой схемы с теплоаккумулятором принимается «пассивный дом» площадью 215 м² в Ирландии с подземной ёмкостью 23 м³ и солнечными коллекторами общей площадью 10,6 м² [5]. Для данного региона характерен морской климат с относительно тёплой зимой (0 °С в декабре) и нежарким летом (+19 °С в июне). Объём солнечной радиации за год равен 1160 кВт·ч/м². Годовая потребность «пассивного дома» в тепле составляет 2050 кВт·ч с удельным расходом тепловой энергии 9,5 кВт·ч/(м²·год). Известно, что коэффициент термического сопротивления стен равен R = 10,1 м²·°С/Вт.

Обращает на себя внимание то, что средняя толщина теплоизоляции днища, стен и крыши (экструдированный пенополистирол и полиуретановое напыление) подземного аккумулятора составляет 500 мм (рис. 2) [5], что обеспечивает термическое сопротивление 17 м²·°С/Вт.

Эксперимент в течение года показал, что средняя температура в подземном межсезонном накопителе изменялась от 65 °С в августе до 20 °С в январе. То есть здание отапливалось в основном за счёт теплоаккумулятора без теплового насоса. При снижении температуры воздуха в помещении ниже 19,5 °С включался электрокотёл мощностью 1,4 кВт. Был также предусмотрен резервный электрический подогрев водяного тёплого пола мощностью 0,81 кВт в те моменты, когда тепла, поступающего от солнечных панелей или из теплоаккумулятора, недостаточно для удовлетворения потребности в отоплении помещения. Бак ГВС ёмкостью 300 л оборудован электрическим нагревательным элементом мощностью 3 кВт для резервного нагрева.

Кроме того, в работе [6] были проведены расчёты в программе TRNSYS, которые показали удовлетворительную точность по сравнению с физическим экспериментом с погрешностью 4,7 %.

Рис. 2. Процесс монтажа теплоизоляции теплового аккумулятора [6]

Численная модель TRNSYS позволила провести параметрический анализ по определению соотношения площади солнечных коллекторов и объёма подземного межсезонного накопителя. В результате итеративного моделирования для заданных площадей коллекторов были выявлены минимально допустимые объёмы теплоаккумулятора, которые не допускали бы кипения теплоносителя в любой период года. Физически разумное соотношение объёма хранилища и площади коллекторов имеет минимальный предел на уровне 0,9–1,1 м³/м².

Другим важным результатом этого исследования является то, что увеличение ёмкости аккумулятора более 40 м³ для дома указанных размеров (площадью 215 м²) доля использования солнечной энергии изменяется незначительно — с 0,65 до 0,78, даже если объём межсезонного накопителя увеличится до 140 м³.

В недавней работе [12] приводится детальный обзор современных теплоизоляционных материалов для систем хранения тепловой энергии. Среди группы исследованных материалов выделяются вакуумные изоляционные панели (ВИП) и кремнезёмные аэрогели, как материалы с самой низкой теплопроводностью.

Аэрогели диоксида кремния вместе с ВИП-аэрогелями считаются одними из самых перспективных современных теплоизоляционных материалов. Кремнезёмный аэрогель — это высокопрозрачный материал, состоящий из наноструктурированной сетки SiO_2 с пористостью до 99,8 % и низкими значениями теплопроводности от 0,004 до 0,02 Вт/(м·К). Препятствием для применения кремнезёмных аэрогелей в качестве теплоизоляции является их очень высокая стоимость (€ 547 за 1 м²), что примерно в 10–20 раз выше, чем стоимость традиционных теплоизоляционных материалов.

Вакуумные изоляционные панели демонстрируют самую низкую теплопроводность — 0,004–0,008 Вт/(м·К). Коллоидный диоксид кремния является наиболее часто используемым материалом для сердцевины ВИП в строительном секторе из-за его высокой ожидаемой продолжительности жизни (более 50 лет), однако этому материалу свойственны хрупкость, высокая стоимость (€ 247 за 1 м²) и необратимое увеличение теплопроводности из-за диффузии водяного пара и воздуха через оболочку в сердцевину ВИП. По сравнению с ВИП, для которых свойственно необратимое ухудшение характеристик, материалы из пенополиуретана (PUR или ППУ) и полиизоцианурата (PIR) являются более надёжным решением, а также они значительно дешевле (€ 59 за 1 м²). PUR и PIR — это два родственных класса полимеров, имеющих закрытую ячеистую структуру. Ячейки наполнены вспенивающим агентом (газом) с низкой степенью теплопроводности 0,022 Вт/(м·К). Эти материалы хорошо подойдут для утепления стен и крыши подземного теплоаккумулятора.

Для утепления дна лучше использовать экструдированный пенополистирол типа «шведская плита» (XPS SP) повышенной прочности с теплопроводностью 0,029 Вт/(м·К). Также для удешевления стоимости теплоизоляции крыши и стен подземного аккумулятора совместно с PUR и PIR может быть применён экструдированный пенополистирол (XPS), являющийся самым дешёвым из рассмотренных теплоизоляционных материалов (€ 32 за 1 м²), к тому же он широко представлен на российском рынке.

В табл. 2 представлены основные параметры для двух вариантов теплоаккумулятора с водонаполнением 53 и 43 м³.

Параметры теплоаккумулятора для вариантов с водонаполнением 53 и 43 м³ табл. 2

Параметры аккумулятора	Вариант 1	Вариант 2
Внутренний диаметр, м	5	4,5
Внутренняя высота, м	3,2	3,2
Объём воды, м³	53	43
Толщина теплоизоляции, мм	500	500
Объём бетона, м³	32	28
Объём теплоизоляции, м³	77	64
Стоимость теплоизоляции, тыс. руб.	426	357

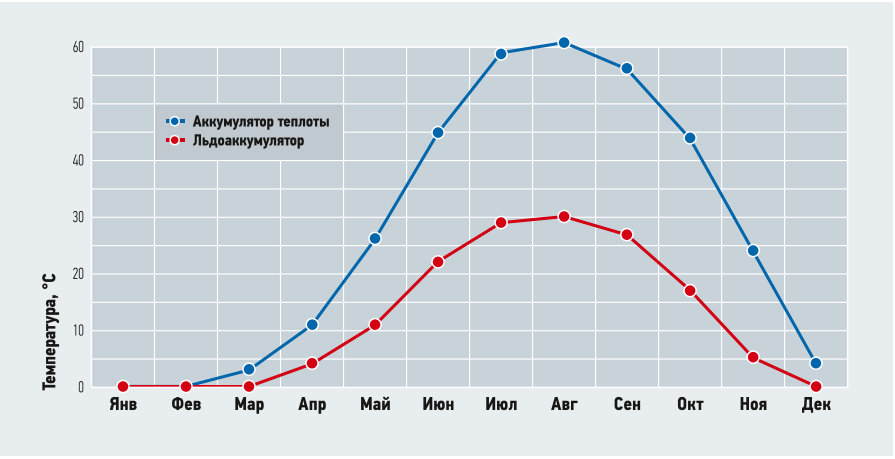


Рис. 3. Прогноз сезонного изменения температуры в аккумуляторах энергии различного типа

Если делать теплоаккумулятор такого же объёма, как и льдоаккумулятор, то потребуется 77 м³ теплоизоляции при средней толщине 500 мм стоимостью 426 тыс. рублей. Если же уменьшить внутренний диаметр с 5 до 4,5 м, то затраты на теплоизоляцию могут быть сокращены на 69 тыс. рублей (16 %). Как показал анализ результатов работы [5], сокращение ёмкости теплоаккумулятора на 10 м³ не должно существенно уменьшить долю использования солнечной энергии и теплоаккумулирующую способность подземного межсезонного накопителя.

Льдоаккумулятор не предполагает применение теплоизоляционных материалов, тем самым обеспечивая беспрерывный теплообмен с грунтом

Сравнительный анализ преимуществ и недостатков систем

На рис. 3 представлены прогнозируемые графики изменения средней температуры теплоносителя для теплоаккумулятора и льдоаккумулятора. Как видно из графиков, температурный режим в тепловом аккумуляторе в пиковых своих точках будет достигать отметки в 60 °С, что в свою очередь позволит отбирать тепло на нужды отопления напрямую из ёмкости в октябре и ноябре. Подобная эксплуатация позволит получить существенную экономию на эксплуатации теплового насоса, однако повлечёт за собой существенные финансовые затраты на применение теплоизоляционных материалов для уменьшения тепловых потерь в окружающую среду (грунт). В январе и феврале теплоаккумулятор может выйти на режим, аналогичный льдоаккумулятору, то есть на 0 °С. В марте и апреле можно будет отапливать дом напрямую от солнечных коллекторов, минуя подземный аккумулятор. Таким образом, тепловой насос будет работать вместо семи месяцев только три — с существенной экономией электроэнергии. Предварительные расчёты и последующий натурный эксперимент должны подтвердить или уточнить эти предположения. Льдоаккумулятор не предполагает применение теплоизоляционных материалов, тем самым обеспечивая беспрерывный теплообмен с грунтом (восполняя тепловую энергию при понижении температуры воды в ёмкости ниже 5–8 °С). Перегрев теплоносителя в ёмкости более 30 °С приводит к большим теплопотерям в окружающую среду и уменьшению влагосодержания грунта (снижению его регенеративных свойств).

Основные недостатки и преимущества рассматриваемых аккумуляторов тепловой энергии представлены в табл. 3.

Система энергоснабжения при внедрении подземного аккумулятора

Объектом проектирования является существующий энергоэффективный дом [3, 9, 10, 15–20], который расположен в Московской области. Общая площадь строения составляет 205 м² (жилая площадь — 167 м², площадь участка — 1264 м²). Проектные и строительные работы велись по технологиям энергоэффективного дома [18]. На проектируемом объекте ведётся поэтапное внедрение оборудования. На сегодняшний день схема теплоснабжения дома (рис. 4) включает в себя:

- тепловой насос Buderus Logatherm WPS 11 (мощность 10 кВт);
- солнечные коллекторы модели «ЯSolar» (компания ООО «Новый полюс»);
- теплоаккумулятор JÄSPI модели GTV Teknik RD объёмом 500 л;
- теплоаккумулирующий камин Tulikivi KTU 1010/92 с КПД = 91 %;
- приточно-вытяжная установка с рекуперацией тепла и влаги Zenit 550 HECO;
- системы напольного и потолочного отопления/охлаждения;
- водяной нагреватель/охладитель воздуха после рекуператора;
- системы водоснабжения (подача ГВС, ХВС и отведение стоков);
- система канализации (отвод стоков в доме и вывод в септик).

Преимущества и недостатки аккумуляторов тепловой энергии табл. 3

Преимущества		Недостатки	
Теплоаккумулятор	**Льдоаккумулятор**	**Теплоаккумулятор**	**Льдоаккумулятор**
Снижение энергозатрат на эксплуатацию теплового насоса за счёт прямого отбора тепла Возможность уменьшения объёма ёмкости	Низкие затраты на изготовление ёмкости относительно теплового аккумулятора Возможность постоянного теплообмена с окружающей средой Использование скрытой теплоты фазового перехода (более высокая энергоёмкость)	Высокие затраты на теплоизоляционные материалы Узкий диапазон работы	Потребность в большом объёме ёмкости Контроль равномерного образования льда

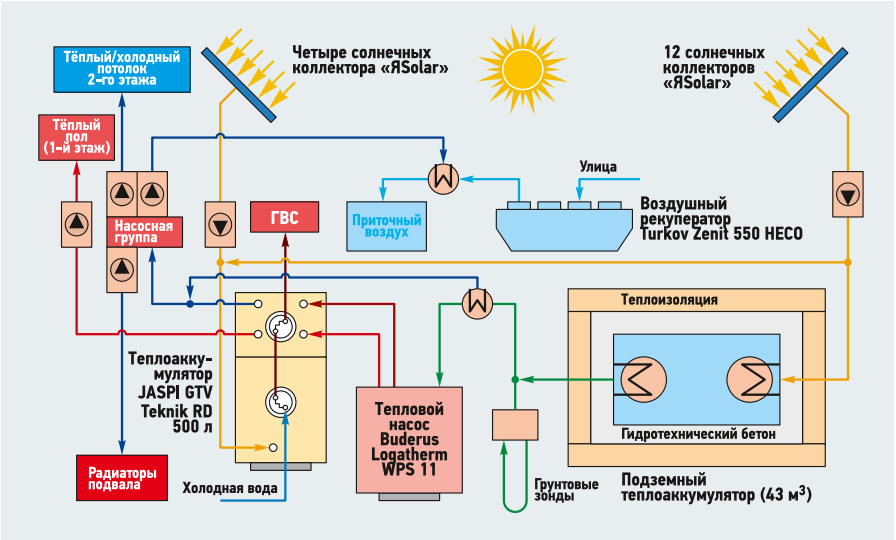


Рис. 4. Развитие системы теплоснабжения здания с подземным аккумулятором

Эксплуатация теплового насоса на двух существующих скважинах показала, что при длительной эксплуатации происходит падение температуры обратной линии ниже –1 °С, что свидетельствует о низкой производительности скважины. Подобный режим эксплуатации ограничивает по времени работы теплового насоса и не позволяет полноценно использовать ночной тариф электроэнергии. В связи с чем было принято решение о применении дополнительного аккумулятора как дополнительного источника тепла. В работе [15] описан процесс проектирования бетонной ёмкости и теплообменника. Врезка аккумулятора будет сделана в существующую систему энергоснабжения параллельно геотермальным зондам (рис. 5).

Конфигурация теплообменника подземного аккумулятора выполнена таким образом, что она позволяет поочерёдное подключение змеевиков. Нечётные змеевики (начиная от бетонной стенки аккумулятора) подключены напрямую к солнечным коллекторам, а чётные — к тепловому насосу. Подобное подключение исключает риск повреждения бетонной ёмкости.

Крыша двухскатная, площадь крыши с южной стороны 130 м². Данная площадь используется для размещения четырёх солнечных коллекторов «ЯSolar» и 30 солнечных панелей Delta электрической мощностью 11,9 кВт [10, 19], установленных недавно для достижения энергопотребления здания, близкого к нулевому.

Наблюдается явная неравномерность избытка солнечной энергии для производства тепловой и электрической энергии летом и недостатка этих энергетических ресурсов в зимний период.

Подземный межсезонный накопитель позволит аккумулировать тепловую энергию летом для использования её зимой. Сезонно аккумулировать электрическую энергию значительно сложнее. Однако за рубежом уже имеется опыт производства водорода от избыточной солнечной электроэнергии путём электролиза [21] и использования накопленного водорода зимой для производства в топливных элементах электрической и тепловой энергии для многоквартирного дома площадью 1000 м² [22].

Совместная реализация технологий сезонного аккумулирования теплоты и холода в подземном аккумуляторе и производства водорода от солнечных панелей для хранения и использования в топливных элементах позволит зданию функционировать автономно с нулевым энергопотреблением.

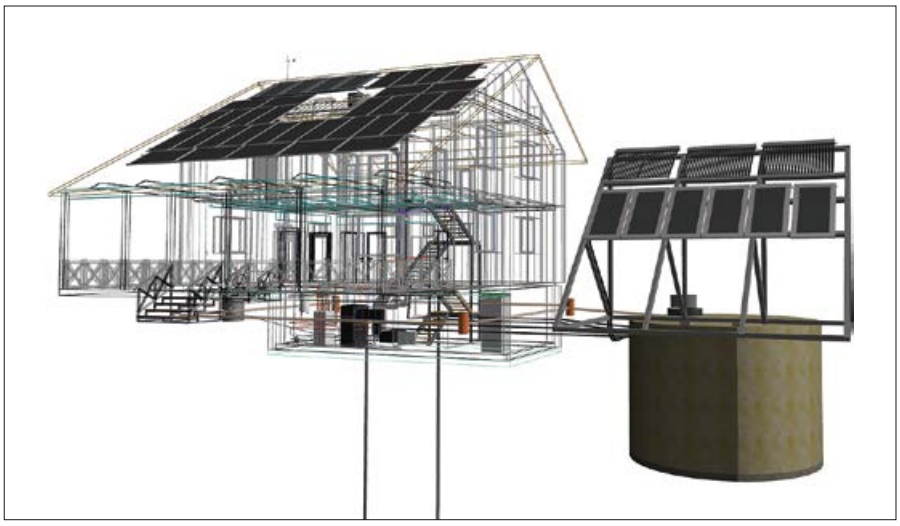


Рис. 5. BIM-модель здания с подземным аккумулятором теплоты и холода (ArchiCAD)

Практическое применение BIM-, BEM- и CFD-моделирования

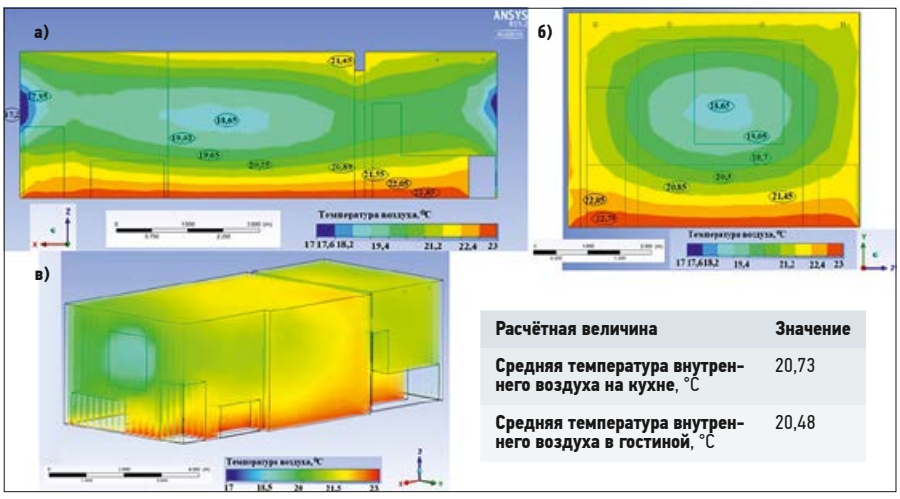
Применение BIM-модели для проектирования подземного аккумулятора

Важной задачей является правильный выбор места и глубины установки подземного аккумулятора. Очевидно, что для регенерации и предотвращения захолаживания ёмкости необходимо смонтировать её на глубину ниже промерзания грунта [16]. Конструкция аккумулятора по форме колодца с внутренним диаметром 5 м и высотой 3,2 м заливается по месту гидробетоном на подготовленное основание, дно и стенки конструкции составляют единое целое. В зависимости от типа аккумулятора выбрано два типа утепления — при варианте использования тепла земли утепление производится по верхней поверхности конструкции с выпуском по периметру листов утеплителя на 1 м, а при варианте теплоаккумулирования будет осуществлено утепление всей конструкции по всей поверхности. Сам аккумулятор размещён в 5 м от жилого дома. Над аккумулятором в информационной модели могут быть размещены плоские и вакуумные солнечные коллекторы «ЯSolar» с площадью поверхности 24–32 м².

Сводная координационная BIM-модель данного объекта в среде ArchiCAD более подробно представлена в [18, 19]. В данной модели дома (рис. 5) выполнена предварительная раскладка труб для подключения системы аккумулятора к существующей системе отопления в соответствии с тепловой схемой (рис. 4).

Применение CFD-моделирования для исследования тепловых процессов в здании и в подземном аккумуляторе

Для более детального исследования применяемых технологий строительства и работы внутренних инженерных систем (вентиляции и отопления) необходимо применять CFD-моделирование в связке с BIM- и BEM-моделированием [18, 20]. Моделирование приточно-вытяжной вентиляции в подвальном помещении и моделирование теплового состояния гостиной и кухни в CFD-пакете Ansys Fluent показало эффективность численного моделирования для выбора верных инженерных решений на базе BIM-модели. На рис. 6 приведены расчётные температурные поля в продольном (а), в поперечном (б) и в объёмном (в) представлениях гостиной и кухни первого этажа здания.



Расчётная величина	Значение
Средняя температура внутреннего воздуха на кухне, °С	20,73
Средняя температура внутреннего воздуха в гостиной, °С	20,48

Рис. 6. Температурные поля в продольном разрезе (а), в поперечном разрезе (б) и в 3D-объёмном представлении (в) первого этажа здания

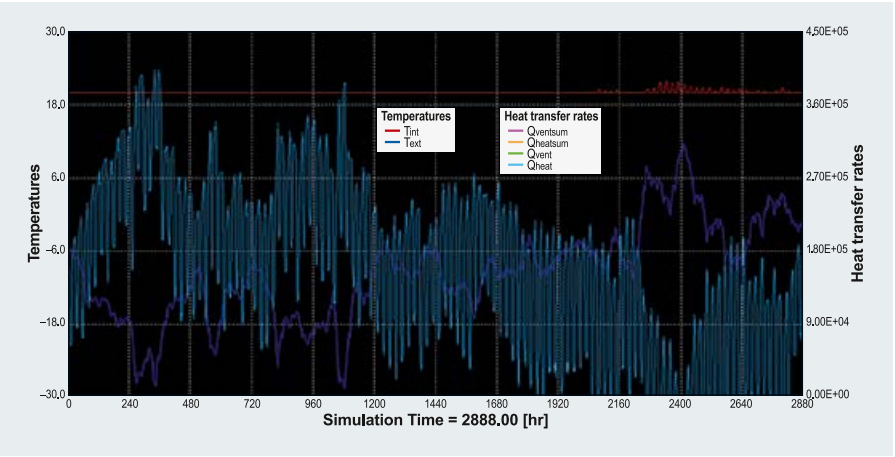


Рис. 7. Результаты расчёта системы теплоснабжения здания в программе TRNSYS

Этот же подход необходимо использовать для моделирования сезонного аккумулятора теплоты и холода. На первом этапе моделирования необходимо выполнить экспорт BIM-модели сезонного аккумулятора в CFD-пакет, а затем построить сетку конечных элементов и задать краевые условия.

Применение ПО TRNSYS для моделирования системы «энергоэффективный дом — подземный аккумулятор»

Для проектирования подземного аккумулятора следует использовать программы BEM-моделирования. Одной из них является программный пакет TRNSYS, разработанный в 1994 году в США и представляющий собой пакет для моделирования сложных объектов и систем. Программа имеет встроенные базы по оборудованию и климатологические справочники. Её в основном используют при проектировании возобновляемых источников энергии и моделировании систем теплоснабжения зданий [5, 23].

Основным преимуществом TRNSYS является то, что она уже использовалась для расчёта на внедряемом объекте. С её помощью уже были посчитаны различные нагрузки и потери, которые возникали в течение всего года. Объективность этих данных подтверждена с помощью различных систем мониторинга, в результате она доказала свою точность.

В работах [17, 18, 20] уже было выполнено успешное энергетическое моделирование описанного выше энергоэффективного дома. Энергетическое моделирование выполнялось в модуле TRNBuild. Отопительный период условно разделили на два временных этапа: с 0 до 2880 ч и с 6288 до 8760 ч (в остальные часы года отопительная нагрузка нулевая). На рис. 7 приведён расчётный график TRNSYS, показывающий изменения температуры наружного и внутреннего воздуха T_{ext} и T_{int}, а также отопительной нагрузки Q_{heat} с января по апрель.

Разработанная энергетическая модель энергоэффективного дома в TRNBuild будет служить структурной подосновой для разработки новой расширенной модели сезонного аккумулятора теплоты и холода.

Для расчётов используются данные от систем мониторинга. Раньше данные брались из открытых источников, теперь — из собственных. При модификации уже существующей системы можно рассчитать особенности работы аккумулятора.

Заключение

Исходя из того, что в существующей практике не существует модели и программного обеспечения для расчёта льдоаккумулятора и теплового аккумулятора, в работе предложено универсальное решение, позволяющее путём минимальных изменений (применение теплоизоляции ограждающих конструкций) внедрить один из двух видов аккумулятора.

Для принятия решения необходимо произвести всесторонний анализ не только аккумулятора, но и всей системы теплоснабжения существующего объекта с применением BIM-, BEM- и CFD-моделирования. Реализация технологии сезонного аккумулирования теплоты и холода в подземном аккумуляторе позволит реально приблизиться к нулевому энергопотреблению здания.

1. Файст В.В. Основные положения по проектированию «пассивных домов». — М.: ООО «Контрпринт», 2015. 144 с.
2. Николаев Б.А. Первый «активный дом» // Точка опоры, июнь 2015. №198. С. 8–11.
3. Султангузин И.А., Шютц У., Калякин И.Д., Говорин А.В., Яворовский Ю.В., Жигулина Е.В., Хромченков В.Г., Малахова А.А., Ланцке Б., Дамен А. Расчёт, строительство и обследование фасада энергоэффективного дома // Строительство и реконструкция, 2017. №4. С. 110–118.
4. Hill B. Passive house development in Russia. III World Summit Smart Energy Russia. Kazan, Russia. March 26–27, 2019. 95 p.
5. Clarke J., Colclough S., Griffiths P., McLeskey J.T.Jr. A passive house with seasonal solar energy store: in situ data and numerical modelling. International Journal of Ambient Energy. 2014. Vol. 35. Pp. 37–50.
6. Good C., Andersen I., Hestnes A.G. Solar energy for net zero energy building: A comparison between solar thermal, PV and photovoltaic thermal (PV/T) systems. Solar Energy. 2015. Vol. 122. Pp. 986–996.
7. Бутузов А.В., Бутузов В.В. Использование солнечной энергии для производства тепловой энергии. — М.: Интехэнерго-Издат; Теплоэнергетик, 2015. 304 с.
8. Казанци О., Скрупскелис М., Олесен Б., Павлов Г. Здание с нулевым балансом энергопотребления // Здания высоких технологий, лето 2013. С. 24–35.
9. Sultanguzin I.A., Kalyakin I.D., Govorin A.V., Khristenko B.A., Yavorovsky Yu.V. Optimization of the energy efficient active house. 3. Ingenieurtag 2016. Der Fakultät Maschinenbau, Elektro- und Energiesysteme. GUS- und Osteuropatag. NESEFF-Netzwerktreffen 2016. Brandenburgische Technische Universitat Cottbus-Senftenberg. Cottbus, Germany. November 14–15, 2016. Pp. 8–12.
10. Петров В.А., Чайкин В.Ю., Христенко Б.А., Савицкий И.Д., Султангузин И.А., Демидов Е.А., Нечаев А.Н., Скоробатюк А.В. Перспективы развития инженерной системы энергоэффективного дома / Энергосбережение — теория и практика: Труды X Межд. школы-семинара молодых учёных и специалистов. Москва, НИУ «МЭИ», 19–23.10.2020. — Курск: Изд-во «Университетская книга», 2020. С. 66–72.
11. Yumrutas R., Unsal M. Energy analysis and modeling of a solar assisted house heating system with a heat pump and an underground energy storage tank. Solar Energy. 2012. Vol. 86. Pp. 983–993.
12. Villasmil W., Fischer L.J., Worlitschek J. A review and evaluation of thermal insulation materials and methods for thermal energy storage systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2019. Vol. 109. Pp. 71–84.
13. Carbonell D., Philippen D., Haller M.Y., Frank E. Development and validation of mathematical model for ice storages with heat exchangers that can be de-iced. Solar World Congress 2013. The International Solar Energy Society (ISES). Cancún, Mexico. 2013. Pp. 2342–2352.
14. Рекомендации по проектированию и монтажу системы Vitofriocal. Viessmann. — М.: 2018, 40 с.
15. Христенко Б.А. Проектирование льдоаккумулятора и внедрение технологии в систему теплоснабжения существующего объекта: Магист. дисс. — М.: НИУ «МЭИ», 2020. 87 с.
16. Христенко Б.А., Кругликов Д.А., Чайкин В.Ю., Петров В.А., Султангузин И.А. Проектирование льдоаккумулятора и внедрение технологии в систему теплоснабжения здания / Энергосбережение — теория и практика: Труды X Межд. школы-семинара молодых учёных и специалистов. Москва, НИУ «МЭИ», 19–23.10.2020. — Курск: Изд-во «Университетская книга», 2020. С. 173–179.
17. Яворовский Ю.В., Султангузин И.А., Кругликов Д.А., Калякин И.Д., Яцюк Т.В. Сравнение результатов энергетического моделирования жилого дома с помощью разных программных средств // Вестник МЭИ, 2020. №3. С. 31–39.
18. Султангузин И.А., Кругликов Д.А., Яворовский Ю.В., Жигулина Е.В., Калякин И.Д., Говорин А.В., Яцюк Т.В., Бартеньев А.И., Хромченков В.Г. Применение BIM-, BEM- и CFD-технологий для проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективного дома // Журнал СОК, 2019. №9. С. 36–42.
19. Яцюк Т.В., Султангузин И.А., Чайкин В.Ю., Кругликов Д.А., Яворовский Ю.В., Христенко Б.А. BIM-моделирование для жизненного цикла здания: реалии современности и потребности развития в России // Журнал СОК, 2021. №2. С. 30–39.
20. Кругликов Д.А. Современный комплексный подход к проектированию, строительству и эксплуатации энергоэффективных домов на основе BIM-, BEM- и CFD-технологий. — М.: НИУ МЭИ, 2019. 142 с.
21. Fischer U., Tannert D., Voigt A., Ziems Ch., Krautz H.-J. Renewable energy storage by hydrogen production from water electrolysis. Technical and Economic Aspects of Renewable Energies — Know-How Transfer as Development Opportunity for Southern Europe. Berlin, Germany. 2016. Pp. 118–126.
22. Сидорович В. Автономный дом — солнечная электростанция плюс водород [Электр. текст]. RenEn. Режим доступа: renen.ru. Дата обращ.: 12.02.2021.
23. Sweet M.L., McLeskey J.T. Jr. Numerical simulation of underground seasonal solar thermal energy storage (SSTES) for a single family dwelling using TRNSYS. Solar Energy. 2012. Vol. 86. Pp. 289–300.

References — see page 78.

...КОГДА ЗАБЫЛ

УСТАНОВИТЬ КОНВЕКТОР TECHNO

Techno
КОНВЕКТОРЫ ОТОПЛЕНИЯ

НАДЕЖНЫЕ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ПО ВЫГОДНЫМ ЦЕНАМ

Псковская область | г. Великие Луки
ул. Малышева,11
+7 81153 6-92-91 | +7 911 364-62-04
info@techno60.ru
WWW.TECHNO60.RU

На правах рекламы.

Котёл Proteus Premix в России

Компания Elginkan Holding под брендом E.C.A. уже более 35 лет предлагает своё отопительное оборудование более чем в 60 странах мира. А теперь — и в России.

Материал подготовлен пресс-службой компании Elginkan Holding

Котёл Proteus Premix был создан в 2017 году и зарекомендовал себя как самая продаваемая модель в Турции. Благодаря уникальным характеристикам, узнаваемости бренда и передовым технологиям, эта модель, которая также продаётся и эксплуатируется на территории Европы и на Ближнем Востоке, вышла на российский рынок в конце 2020 года. Котёл Proteus Premix можно встретить в Москве, Поволжье, на юге России и в Крыму. Ежедневно растёт география продаж и список сервисных центров.

Конденсационный газовый котёл Proteus Premix с трёхлетней гарантией — оборудование с низким уровнем шума, низким уровнем выбросов продуктов сгорания, высоким классом энергоэффективности, энергоэффективным циркуляционным насосом и теплообменником из нержавеющей стали. К положительным качествам агрегата относятся также эргономичный дизайн и небольшие габариты. Устройство работает с комнатными термостатами всех типов, обеспечивает погодозависимое управление, поддерживает протокол Open Therm.

Slim, Smart, Silent… (небольшой, умный, бесшумный…)

Помимо энергоэффективности класса A, соответствующей правилам ErP, небольшие размеры котла и его современный внешний вид, в сравнении с конкурирующими продуктами, являются одними из самых привлекательных характеристик для клиентов. Это один из самых малых котлов в своём классе: с линейкой мощности 14, 20, 24, 28, 30 и 35 кВт и размерами 678×410×288 мм. В перспективе появится модель мощностью 45 кВт.

Котёл имеет режим напоминания о необходимости проведения технического обслуживания. Функция защиты от замерзания и автоматический байпас защищают систему и обеспечивают циркуляцию воды в котельной установке.

Настенный газовый котёл Proteus Premix

Для доступа к основным узлам оборудования достаточно только снять переднюю крышку. Это очень важно для ежегодного технического обслуживания и ремонта.

Режим Eco, позволяющий экономить до 15% газа, и режим Comfort, позволяющий быстро нагреть систему отопления, — это очень важные преимущества устройства. При уровне шума всего 49 дБ данный котёл обеспечивает высокий уровень комфорта в помещении. Благодаря этим функциям он опережает многие бренды и модели в своём классе.

Диаметр присоединения дымохода 80/125 мм был разработан с учётом широкой линейки мощности и унификации модели. Кроме того, система сбора дождевой воды, которая позволяет безопасно отводить воду, образующуюся на воздухозаборной трубе, является ещё одним важным преимуществом.

Котёл выпускается в трёх модификациях: модели HM, HCH и HST. Модель HM — это двухконтурный газовый конденсационный котёл с пластинчатым теплообменником. Так, котёл Proteus Premix 35 HM обеспечивает 14 л/мин. при $\Delta T = 35{,}8\,^{\circ}C$. Модель HCH — это одноконтурный котёл. Модель HST — это одноконтурный котёл с внешним управлением бойлера. При этом датчик бойлера уже идёт в комплекте с агрегатом. Модель HST с бойлером косвенного нагрева обеспечивает максимальный комфорт по горячей воде.

Конденсационные котлы Proteus Premix работают как на природном газе, так и на сжиженном газе (от газгольдера). Благодаря простоте настройки, которую необходимо выполнить после монтажа устройства, и изменению параметров в главном меню, котёл становится пригодным для работы на сжиженном газе за очень короткое время.

Для эксплуатации котла подходят как горизонтальные, так и вертикальные соединения дымохода. Все аксессуары подробно описаны в каталоге продукции.

Elginkan Group была основана в 1950 году как инженерное бюро. В 1957 году фирма взяла ориентир на промышленное производство под торговой маркой E.C.A. и первой в Турции начала производить смесители и запорную арматуру для отопления и водоснабжения. Следующим этапом было открытие заводов по производству стальных панельных радиаторов Elba и E.C.A. и двухконтурных настенных котлов E.C.A. На сегодняшний день это крупный концерн с современным менеджментом, поставляющий свою продукцию в страны Западной и Восточной Европы, Северной Америки, также на внутренний рынок. Вся продукция производится на новом высококачественном оборудовании от европейских производителей. На каждом этапе производственного цикла осуществляется контроль качества сырья, комплектующих и изделий. Бóльшая часть выпускаемой продукции продаётся на рынке Германии, Бельгии и Великобритании, что говорит о высоком качестве изделий. Уже более половины столетия концерн Elginkan Group является лидирующей турецкой компанией и производителем мирового класса.

Укроти энергию тепла современными технологиями

proteus PLUS BLUE от E.C.A.

- компактный
- 3 года гарантии
- Тихий
- Безвреден для экологии
- КПД 91%
- 14 систем безопасности

Представитель в РФ ООО «Вессен»,
115230, г. Москва,
Электролитный пр. 3, стр. 23
+7 (499) 643 82 39, info@vessen.com
www.vessenrussia.ru

www.eca.com.tr

E.C.A.®
ВМЕСТЕ НА ГОДА

На правах рекламы.

Нюансы проведения капремонта системы водяного отопления в жилых зданиях старой застройки

Капитальный ремонт системы отопления в жилых домах, построенных в 1950–1960-е годы, проводится с целью полной или частичной замены стальных трубопроводов и отопительных приборов. Стальные трубопроводы частично или полностью заменяют на пластиковые, а вместо чугунных радиаторов устанавливают биметаллические. Кроме того, устанавливают автоматический индивидуальный тепловой пункт (АИТП)...

Авторы: Б.П. НОВОСЕЛЬЦЕВ, к.т.н., доцент, профессор; Д.В. ЛОБАНОВ, старший преподаватель, кафедра жилищно-коммунального хозяйства, Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)

Если источником теплоты является местная котельная, которая обслуживает несколько зданий, то в тепловом пункте устанавливается трёхходовой кран с электрическим приводом. Автоматизированный тепловой пункт осуществляет подачу теплоносителя по расчётному расходу, при этом температура теплоносителя определяется по графику качественного регулирования в соответствии с температурой наружного воздуха.

Указанный капитальный ремонт предусматривает уменьшение платы за отопление (за счёт устранения «перетопа») и повышение комфортности проживания в квартирах за счёт поддержания требуемой температуры воздуха в помещениях.

При проведении капитального ремонта вертикальной системы отопления в жилом доме требуется учитывать, что в некоторых квартирах жильцы (до начала планового капитального ремонта) уже осуществили ремонт системы в своих квартирах. Ремонт, как правило, проводится по типовой схеме: замена чугунных отопительных приборов на биметаллические радиаторы, а металлические трубопроводы (стояки и подводки к приборам) в пределах своей квартиры (от пола до потолка) заменяют на пластиковые. При этом по разным причинам в толще перекрытия остаются металлические трубы, которые были установлены очень давно, нередко 50–60 лет назад. В некоторых квартирах часть стояка выполнена из водогазопроводных труб, а другая часть — из пластиковых.

На рис. 1 для примера показан один стояк двухтрубной системы отопления с верхней разводкой: в толще междуэтажных перекрытий остались участки трубопроводов, выполненных из металлических труб. Именно данные участки можно назвать проблемными.

Рабочие, занятые в плановом ремонте системы отопления, готовы стальные участки стояков заменить на пластиковые, но хозяева квартир не разрешают пробивать отверстия в перекрытиях, так как в квартире выполнен «евроремонт», либо аргументируют отказ другими, самыми разными причинами.

Вроде бы всё выполнено по проекту, а температура воздуха в некоторых помещениях значительно ниже требуемой. При этом отопительные приборы прогреваются лишь частично: верхняя часть — тёплая, нижняя — холодная

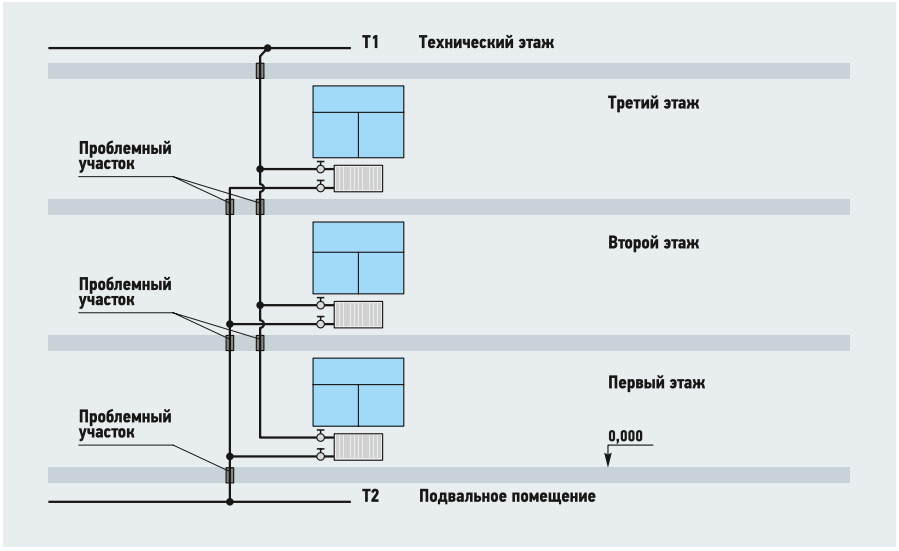


Рис. 1. Расположение проблемных участков в водяной системе отопления

Ситуация становится тупиковой. Известны случаи, когда жильцы квартиры многоквартирного жилого дома попросту не пускали ремонтников в квартиру. Ответ хозяев звучал примерно так: *«у нас тепло, система отопления зимой работает хорошо»*. Но при этом они не говорили, что часть стояка, укрытая декоративным материалом, выполнена из стальных труб.

Что же в этом случае делать рабочим?

Вопрос о допуске рабочих, осуществляющих ремонт системы отопления в квартиры многоэтажного дома, должен быть незамедлительно решён городскими властями. В противном случае ситуация с ремонтом будет развиваться по сценарию, имевшему место в приведённом нами случае.

Рабочие были вынуждены оставить стальные участки труб в перекрытии, а в некоторых случаях — и на других участках. Указанные места за долгий период эксплуатации подвергались внутренней коррозии. Живое сечение трубопроводов значительно уменьшилось, то есть значительно увеличилось гидравлическое сопротивление стояка. А это привело к тому, что после окончания планового капитального ремонта и пуска системы отопления в действие, температура воздуха в помещениях, отапливаемых указанным стояком, стала значительно ниже требуемой. Начали поступать жалобы жильцов: *«до начала капитального ремонта система отопления работала хорошо, а после выполнения капитального ремонта — значительно хуже»*. Значит виноват исполнитель. При этом последний зачастую даже не может определить причину этого явления. Ведь вроде бы всё выполнено по проекту, а температура воздуха в некоторых помещениях значительно ниже требуемой. При этом отопительные приборы прогреваются лишь частично: верхняя часть — тёплая, нижняя — холодная.

В действительности снижение температуры воздуха в помещениях произошло из-за уменьшения теплоотдачи отопительного прибора. Отметим, что уменьшение отдачи теплоты прибором произошло за счёт уменьшения расхода теплоносителя, проходящего через стояк системы отопления и отопительный прибор. Причиной уменьшения расхода теплоносителя через стояк стало увеличение его гидравлического сопротивления, а точнее — тех участков стояка, которые выполнены из стальных трубопроводов, и в том числе участков стояка, расположенных в толще перекрытия (рис. 1).

Можно согласиться с тем, что до капитального ремонта система отопления (по мнению жильцов) работала хорошо или удовлетворительно, так как температура воздуха в квартирах была достаточно высокой. Дело в том, что до капитального ремонта циркуляция воды в системе отопления осуществлялась насосом, установленным в котельной, как правило, много лет тому назад. Циркуляционный насос в местной котельной обслуживает группу различных зданий и был подобран с большим запасом по расходу теплоносителя и давлению. Как правило, развиваемое давление таким агрегатом составляет от 0,25 до 0,3 МПа (2,5–3 атм). Если учесть, что система отопления присоединена к тепловым сетям по прямоточной схеме (без элеватора), а гидравлическое сопротивление, например, двухтрубной системы отопления значительно меньше 0,01 МПа, то давление установленного в котельной насоса способно преодолеть гидравлическое сопротивление проблемных участков, расположенных в толще перекрытия, даже если их несколько и они расположены последовательно (дом многоэтажный, до пяти этажей).

На правах рекламы.

К СОДЕРЖАНИЮ

Be sure. testo

Измерение параметров микроклимата на высшем уровне

Многофункциональные приборы для оценки работы систем ОВКВ, качества воздуха в помещении, параметров критических производственных процессов testo 400 и testo 440

- **Моментальная готовность:** замена зондов во время измерений без перезагрузки
- **Экономия времени:** полное документирование непосредственно по месту замера
- **Удобство:** большой чёткий дисплей, компактный размер, широкий выбор зондов, преднастроенные меню измерений под каждую задачу

info@testo.ru • +7(495)532-35-00 • www.testo.ru

Вывод: циркуляционный насос, установленный в местной котельной, развивает большое давление, способное преодолеть возникшие (в процессе долгой эксплуатации) дополнительные сопротивления. Отметим, что установочная мощность насоса может быть от 2,1 до 2,7 кВт, а это приводит к большому расходу электрической энергии.

В процессе капитального ремонта система отопления оборудуется автоматическим индивидуальным тепловым пунктом, в состав которого входит циркуляционный насос. Его производительность рассчитана на расход воды в системе отопления одного дома, а развиваемое давление — на преодоление сопротивлений, возникающих только в одной системе отопления.

Температуру воды в системе отопления устанавливают по графику качественного регулирования. Но система отопления не отрегулирована, и температура воздуха везде разная

Обычно гидравлическое сопротивление системы отопления в зданиях старой застройки (количество этажей от трёх до пяти, а система отопления — двухтрубная) значительно меньше 0,01 МПа. Следовательно, давление, развиваемое циркуляционным насосом, установленным в АИТП, не может полностью преодолеть гидравлическое сопротивление проблемных участков, особенно если их несколько и они расположены последовательно. Поэтому через стояк и отопительный прибор расход воды получается значительно меньше расчётного, теплоотдача прибора уменьшается, а температура воздуха в помещении становится значительно ниже расчётной.

Вывод: хозяева таких квартир создали себе проблему, а у монтажников появилась дополнительная забота, и зачастую они даже не могут понять, в чём причина неприятности.

Существует ещё одна серьёзная проблема, возникающая после капитального ремонта. Жители многоквартирных домов заинтересованы в проведении капремонта и установке автоматизированного индивидуального теплового пункта, который позволяет поддерживать температуру теплоносителя, подаваемого в систему отопления согласно графику качественного регулирования, при этом устраняется «перетоп» и обеспечивается экономия тепловой энергии.

Однако для этого необходимо отрегулировать систему отопления. При отсутствии балансировочных клапанов на стояках и автоматических терморегуляторов у отопительных приборов осуществить требуемую регулировку очень сложно, поэтому на практике она не проводится по разным причинам, которые многократно отмечены в соответствующей специальной литературе.

В сложившейся ситуации температуру воды, подаваемую в систему отопления, устанавливают по графику качественного регулирования. Но, так как система отопления не отрегулирована, то температура воздуха в одних помещениях выше, а в других — ниже требуемой.

Это происходит из-за того, что в одни стояки (следовательно, и в отопительные приборы, подсоединённые к этим стоякам), теплоносителя поступает больше, и теплоотдача отопительных приборов становится выше, нежели требуется. При этом температура воздуха в помещении также становится выше проектной. В другие стояки, в которых имеются проблемные участки (из-за их большого гидравлического сопротивления), в стояки и отопительные приборы теплоносителя поступает меньше, теплоотдача отопительного прибора уменьшается, и, как следствие, температура воздуха в помещении становится ниже, чем требуется, то есть появляется явный «недотоп».

Подводя итоги результатов проведённого капитального ремонта системы отопления многоквартирного дома, можно отметить, что при его выполнении необходимо заменять все трубопроводы, то есть следить за тем, чтобы проблемных участков не было. Желательно также (а точнее — обязательно) осуществлять регулировку системы отопления.

Вывод

Из изложенного можно сделать только один вывод: управляющие компании ремонт систем отопления в жилых домах силами жильцов пустили на самотёк, то есть отдали на откуп слесарям, которые обслуживают жилые дома. А этого было делать нельзя.

Каждая управляющая компания должна была разработать инструкцию или технические условия, то есть обязательный перечень работ, который необходимо выполнить при проведении ремонта системы отопления. Указанная инструкция должна учитывать конструктивные особенности действующих систем отопления и способ присоединения их к тепловым сетям. Например, если система присоединена к тепловым сетям при помощи водоструйного элеватора, то следует помнить, что элеватор развивает циркуляционное давление не больше 10 кПа. Следовательно, гидравлическое сопротивление вновь устанавливаемых отопительных приборов, трубопроводов и других элементов не должно быть больше существующего. Не следует создавать «проблемные участки», а отопительные стояки должны быть полностью выполнены из новых трубопроводов, включая участки в межэтажных перекрытиях.

Если система отопления однотрубная, то удалять замыкающий участок нельзя, и недопустимо устанавливать краны у отопительных приборов с большим гидравлическим сопротивлением. А если система отопления двухтрубная, то у отопительных приборов следует устанавливать краны с большим гидравлическим сопротивлением, и т.д. То есть при ремонте системы отопления нельзя допускать роста её гидравлического сопротивления, увеличения поверхности нагрева отопительных приборов и т.д.

Все эти вопросы должны отражаться в инструкции по ремонту систем отопления и доводиться до собственников жилья. Причём последние обязаны знакомиться с требованиями, изложенными в инструкции, а также дать обязательство выполнять указанные предписания. Управляющая компания, в свою очередь, должна выдавать разрешение на ремонт и контролировать правильность исполнения работ.

GIACOMINI
WATER E-MOTION

70 лет в мире
25 лет в России

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Продукция Giacomini дает жизнь гидравлическим системам самого широкого спектра применения. Наши компоненты и решения позволяют управлять температурой в жилых и общественных помещениях, контролировать потребление энергии, обеспечивать водоснабжение и защиту от пожара. Применение продукции Giacomini позволяет сделать Вашу жизнь лучше и комфортнее, также реализуя высокий уровень энергоэффективности.

www.giacomini.ru

GIACOMINI S.p.A. • Представительство в России • Тел. (495) 604 8396, 604 8079 • Факс (495) 604 8397 • info.russia@giacomini.com

Реклама.

Ещё раз о «биметалле»

Представляем вниманию читателей интервью с руководителем отдела отопительного оборудования «НИИ Сантехники», сертифицированным экспертом, кандидатом технических наук Германом Абрамовичем БЕРШИДСКИМ.

Есть ли универсальный тип радиатора, который подходит для всех систем отопления?

Г.Б.: В нашей стране, особенно на периферии, имеются большие проблемы с качеством теплоносителя. Я имею в виду повышенное содержание кислорода, всевозможные взвеси, кислотность и щёлочность, отличающиеся от нормативных значений. Отопительные приборы, малочувствительные к таким условиям, — это чугунные радиаторы и в какой-то степени стальные конвекторы из толстостенных труб. Сейчас наиболее перспективными являются полностью биметаллические радиаторы, которые могут применяться в любых системах отопления.

Разве существуют не полностью биметаллические радиаторы?

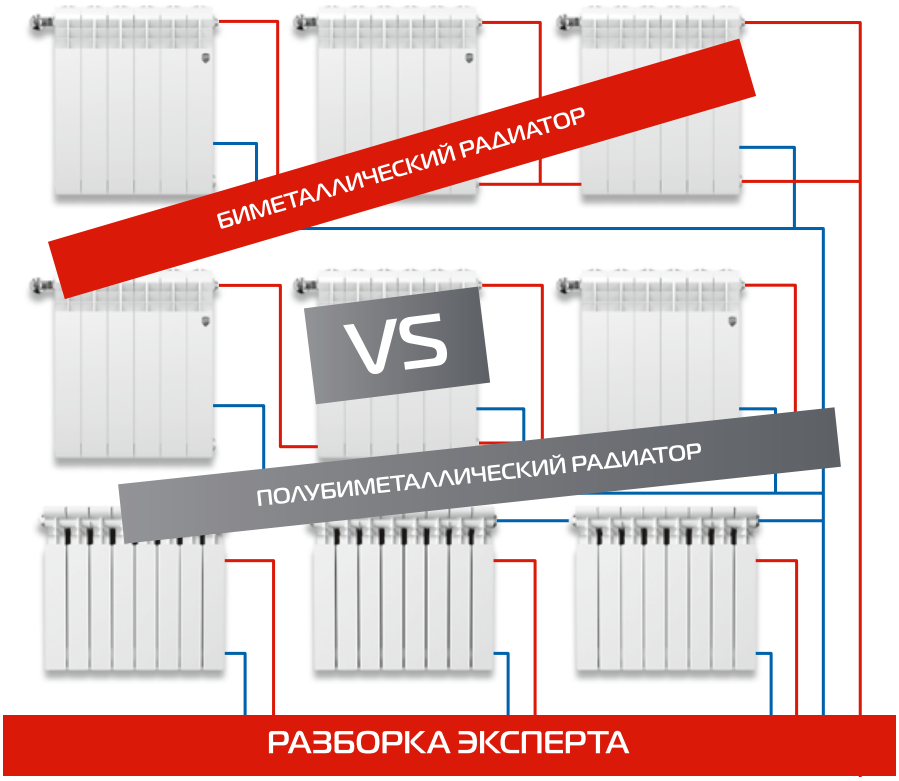
Г.Б.: Конечно. Это так называемые полубиметаллические радиаторы (это бытовое название радиаторов, где из стали изготавливается только вертикальная колонка, а коллекторы остаются алюминиевыми). Теплоноситель в таком радиаторе контактирует не только со сталью, но и с алюминием. Полубиметаллические радиаторы, по сути, ведут себя как алюминиевые радиаторы и очень чувствительны к качеству теплоносителя, поэтому могут эксплуатироваться только в самых современных системах отопления с независимым подключением к тепловым сетям или в индивидуальных системах отопления. То есть там, где циркулирует вода с известными стабильными характеристиками, отличная от теплоносителя наружной сети. Подобных систем в стране пока не так уж много.

Чем же так опасен некачественный теплоноситель для полубиметаллических и алюминиевых радиаторов?

Г.Б.: Вода в наших системах теплоснабжения в соответствии с действующими нормами должна иметь pH от 8,3 до 9,5 и рассчитана на стальные и чугунные отопительные приборы. Для алюминия же подходит не щелочная среда, а слабокислая с pH от 6,5 до 8,5. Поэтому полубиметаллический радиатор может существовать в центральной системе отопления, если выдерживаются очень узкие рамки pH теплоносителя (от 8,3 до 8,5). Таких параметров в зависимых системах никто не обеспечит.

Другими словами, в неподходящих условиях алюминий начинает корродировать?

Г.Б.: Да, есть интересный график, на котором хорошо видно, что скорость коррозии алюминия минимальна только при pH от 6,5 до 8,0 и довольно быстро увеличивается на порядок при возрастании или уменьшении pH теплоносителя. Столь узкий диапазон можно поддерживать только в современных системах отопления с независимым подключением к тепловым сетям или в индивидуальных системах отопления.



К СОДЕРЖАНИЮ

С чем связано такое свойство алюминиевых и полубиметаллических радиаторов?

Г.Б.: Дело в том, что алюминий — уникальный металл. Он проявляет не только основные свойства, как прочие металлы, но и кислотные, то есть может вести себя как металлоид. В диапазоне pH теплоносителя от 6,5 до 8,0 скорость коррозии минимальна, поскольку на поверхности алюминия нарастает очень прочная оксидная плёнка. При её наличии коррозия в тело радиатора не идёт. Но при увеличении или уменьшении pH эта плёнка начинает разрушаться, так как подвержена растворению и в кислотах, и в щелочах.

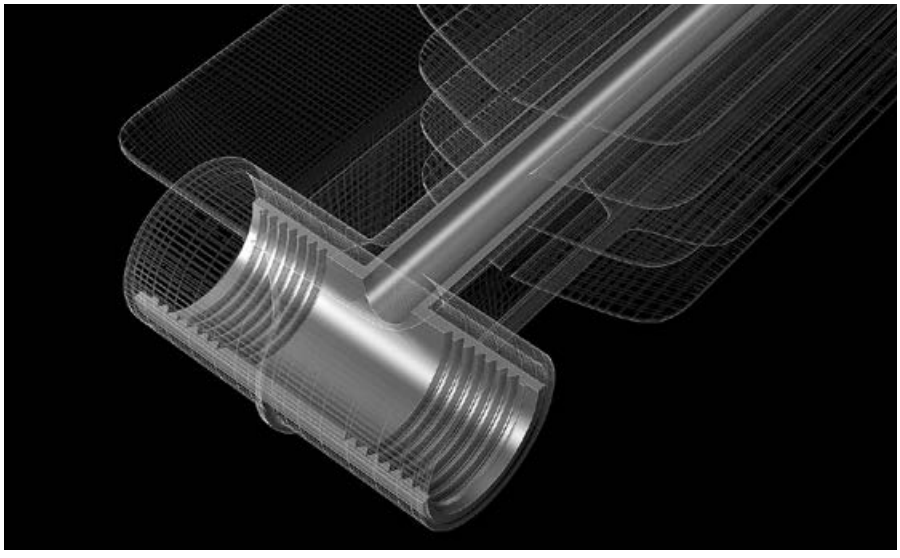
И происходит постепенное разрушение конструкции радиатора…

Г.Б.: Кроме того, идёт реакция алюминия с теплоносителем, в результате чего выделяются водород и кислород. Равновесные процессы ассоциации и диссоциации воды (соединение молекул водорода и кислорода в молекулы воды и распад воды на кислород и водород. — *Прим. ред.)* присутствуют в природе постоянно, но алюминий является катализатором разложения воды на составляющие. В результате водородно-кислородная смесь скапливается в верхней части радиатора. Этот процесс часто заканчивается летними авариями. При отключённой системе отопления вдруг взрываются радиаторы. Хотя при этом и не происходит серьёзного залива помещения, но разлетевшаяся по нему грязь приводит к необходимости нового ремонта. Поэтому мы рекомендуем не перекрывать обе подводки к радиатору или ставить полностью биметаллические радиаторы.

В чём отличия полубиметаллических радиаторов от биметаллических?

Г.Б.: Полубиметаллический радиатор — это, по сути, алюминиевый. Он выигрывает в прочности у алюминиевого за счёт использования стальных вертикальных трубок, но значительно уступает по коррозионной стойкости биметаллическим. В местах соединения алюминиевых и стальных деталей внутри радиатора развивается питтинговая и электрохимическая коррозия. Бывают катастрофические ситуации, когда она проедает толстые пяти- и даже шестимиллиметровые стенки радиатора.

Кроме того, использование в конструкции только вертикальной стальной трубки может приводить к ухудшению свойств радиатора. В процессе эксплуатации вследствие перепадов температур воды может нарушаться контакт стали и алюминия, поскольку у этих металлов значительно отличаются коэффициенты температурного расширения. Термическое сопротивление этих участков возрастает, что приводит к уменьшению теплового потока. В полностью биметаллических радиаторах этот эффект проявляется в меньшей степени.



Но названия этих видов радиаторов очень похожи.

Г.Б.: Относить полубиметаллические радиаторы к классу биметаллических неправильно. Этот тип ближе к алюминиевым, поскольку в них площадь контакта теплоносителя с алюминием составляет до 70 процентов.

По сути, «биметаллическими радиаторами» можно считать приборы, в которых вода контактирует только со сталью.

В своё время биметаллические радиаторы разрабатывались, чтобы соединить преимущества чугунных или стальных радиаторов с теплоотдачей и эстетическими свойствами алюминиевых. Это был технологический прорыв с серьёзной технической проработкой.

На упаковках не встречается название «полубиметаллический радиатор».

Г.Б.: Потому что везде пишется, что они биметаллические. Но я считаю, что добросовестный производитель в паспорте полубиметаллических моделей должен прямо на этот факт указывать. Иначе налицо опасное введение в заблуждение потребителя.

Может быть, нужно законодательно устранить такую подмену понятий?

Г.Б.: Естественно. В следующей редакции ГОСТ 31311 необходимо чётко сформулировать, что в биметаллических радиаторах не допускается контакт теплоносителя с алюминием. Полубиметаллические радиаторы должны называться алюминиевыми радиаторами с усиленным вертикальным стальным каналом.

Библиотека информационных моделей «ВЕЗА»

Говоря о технологиях XXI века невозможно не упомянуть о новом подходе к процессу проектирования и строительства здания, включающем в себя создание его полноценной цифровой модели. Информационное моделирование зданий (BIM) — это в первую очередь технология автоматизации самого процесса проектирования и строительства.

Автор: В.С. ПАРФЁНОВА,
начальник бюро BIM-моделирования компании ООО «ВЕЗА»

С 1 января 2022 года использование технологии BIM является обязательным требованием при заключении договоров на строительство объектов, финансируемых за государственный счёт, о чём говорится в соответствующем постановлении Правительства РФ от 5 марта 2021 года №331.

Компания «ВЕЗА» с 2018 года ведёт активную деятельность в разработке информационных компонентов под различное программное обеспечение для BIM-проектирования, а с 2020 года — в области автоматизации работы с выпущенной продукцией.

Наиболее широко используемым в РФ программным обеспечением для информационного моделирования зданий и сооружений является Autodesk Revit.

Для автоматизации получения информационных моделей приточно-вытяжных установок ВЕРОСА для Autodesk Revit специалисты компании «ВЕЗА» разработали уникальный в своём роде плагин-конструктор. На входе надстройка принимает данные в формате vezbim, на выходе — полноценная информационная модель, с настроенными воздушными и электрическими соединителями, а также соединителями трубопровода. Каждый блок установки представлен самостоятельно специфицируемым элементом кондиционера. Возможно применение дополнительной функции по использованию отдельным самостоятельным файлом секции с воздухоохладителем непосредственного охлаждения. Файл с расширением vezbim формируется на стадии составления бланка-заказа и выдаётся по запросу у менеджера компании.

BIM-контент компании состоит из нескольких уровней детализации для облегчения использования моделей в проекте, а также содержит все необходимые для расчётов технические характеристики. Для моделей, относящихся к категории «Оборудование», предусмотрена зона обслуживания.

Центральный кондиционер (приточно-вытяжная установка) ВЕРОСА

В. С. Парфёнова, начальник бюро BIM-моделирования компании ООО «ВЕЗА»

Разработка специалистов компании «ВЕЗА» по системе подбора противопожарных и воздушных клапанов для Autodesk Revit позволяет не только сократить время на нахождение необходимого типоразмера клапана, но и произвести автоматическое заполнение маркировки.

Противопожарные клапаны серии КПУ

Отсечные/регулирующие клапаны РЕГУЛЯР и РЕГУЛЯР-Л

Плагин работает как с моделями из выборки, так и с контентом из информационной библиотеки компании.

ООО «ВЕЗА» ведёт активные разработки в направлении BIM-моделирования. Библиотека информационных моделей компании насчитывает более 1000 моделей. С полным перечнем разработок по направлению BIM вы можете ознакомиться на сайте компании **veza.ru** во вкладке «BIM-модели».

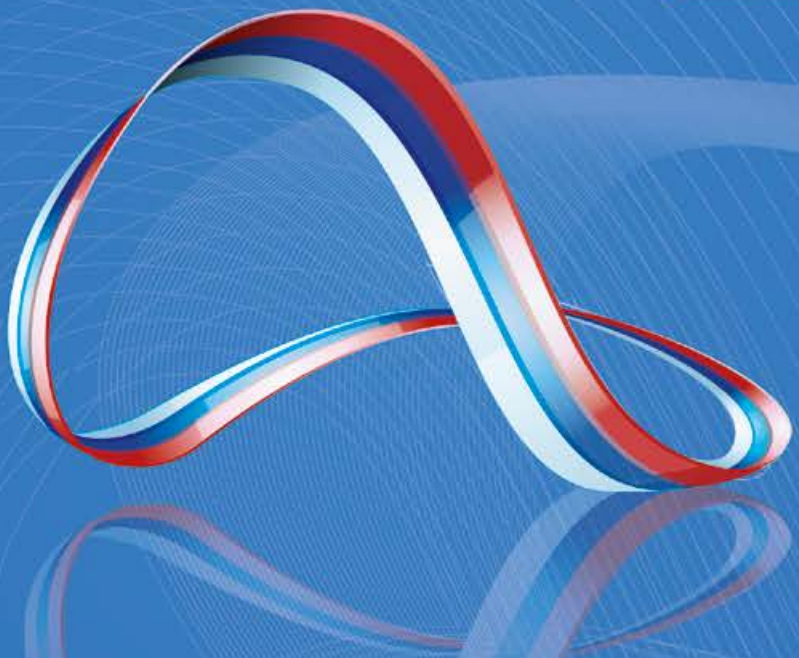
МИР КЛИМАТА

17-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ,
ОТОПЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ И КОММЕРЧЕСКИЙ ХОЛОД

ufi Approved Event

ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ СОБЫТИЕ ГОДА*



Бесконечный МИР технологий КЛИМАТА

МАРТ 2022

МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

* Согласно данным ООО «Евроэкспо» на основании количества посетителей, профиля участников и стран-участниц выставки 2020 года

- Получить новых поставщиков и клиентов
- Договориться о выгодных условиях и скидках
- Найти новые возможности заработать
- Узнать о крутых продуктах и технологиях

ОРГАНИЗАТОРЫ: ЕВРОЭКСПО, АНИК

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР: информационный портал МИР КЛИМАТА ХОЛОДА / профессиональный взгляд на климатический и холодильный бизнес /

www.climatexpo.ru

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ: РОССОЮЗХОЛОДПРОМ, НОСТРОЙ, НОПРИЗ, НОЭ, EUROVENT

12+

Адаптация VRF-систем для российских условий эксплуатации. Часть 1

В первой части серии статей, посвящённой адаптации VRF-систем, мы расскажем об изменении стандартной длины трубопроводов. Открывая любой каталог с климатическим оборудованием, мы видим таблицы с техническими характеристиками. Но главная из них — это производительность систем кондиционирования по холоду. Именно по этому параметру подбирают, как правило, и VRF-системы. Но есть один важный нюанс — цифры производительности в каталогах сильно отличаются от реальных...

Автор: С.В. БРУХ, технический редактор журнала СОК

Сильное отличие цифры производительности в каталогах от реальных, конечно же, не говорит о том, что производители нас обманывают. Вопрос в том, как именно были произведены эти измерения. Все характеристики систем кондиционирования приводятся при неких стандартных условиях (например, см. табл. 1).

Теперь давайте ответим на вопрос: «*Можно ли реально увидеть VRF-систему с такими параметрами?*». Длина трубопроводов, как правило, 50–100 м, а не 7,5. Перепад высот между внутренними и наружным блоками тоже не нулевой, а от 20 до 30 м. Фактическая температура воздуха внутри, как правило, выбирается пользователем в диапазоне 22–24 °С, что значительно ниже +27 °С. То есть любая реальная VRF-система работать при таких параметрах не будет, и характеристики систем будут отличаться от каталожных. Следовательно, необходимо пересчитать номинальные параметры оборудования на фактические условия эксплуатации.

В этой статье мы не будем обращать внимание на расчётные температуры внутреннего и наружного воздуха, так как рассмотрим этот вопрос в следующей части. Рассмотрим сейчас такой важнейший параметр, как расчётная длина трубопровода. Эта характеристика для систем VRF принята 7,5 м. Во-первых, откуда взялась эта нереально маленькая цифра? От бытовых сплит-систем. Стандарт длины трубопроводов для бытовых

Температура воздуха внутри помещения выбирается пользователем в диапазоне 22–24 °С. Реальная VRF-система работать при таких параметрах не будет, и характеристики систем будут отличаться от каталожных

сплит-систем составляет 5 м. Это реальная величина, потому что, как правило, сплит-системы монтируются с длиной трубопроводов от 3 до 10 м. VRF-системы технологически вышли именно из сплит-систем кондиционирования, и поэтому стандартная длина принята ненамного больше. Но фактические длины труб для систем VRF по статистике составляют от 50 до 100 м и максимально могут достигать 200 м. Согласитесь, 7,5 м сильно отличается от 200. Что же будет происходить с системой, если длина трубопроводов будет отличаться от стандартной в бóльшую сторону? На этот вопрос ответит график из технического руководства одного из производителей (рис. 1).

На рис. 1 мы видим зависимость потерь производительности наружного блока системы VRF от длины трубопровода и перепада высоты между наружным и внутренним блоками. 100 % производительности будет при длине трубопроводов 7,5 м, а при бóльших длинах производительность будет сильно отличаться в меньшую сторону.

Стандартные условия испытания и фактические условия работы VRF-систем* табл. 1

Параметр	Стандартные параметры	Фактические параметры	Предельные параметры
Длина главного трубопровода, м	7,5	50–100	200
Разность высот между наружным и внутренними блоками, м	0	30–50	110
Температура внутреннего воздуха по сухому термометру, °С	+27	+22...+24	+18...+30
Температура наружного воздуха по сухому термометру, °С	+35	+25...+32	–15...+52
Загрузка наружного блока, %	100	110–130	50–200

* Работы VRF-систем в режиме охлаждения.

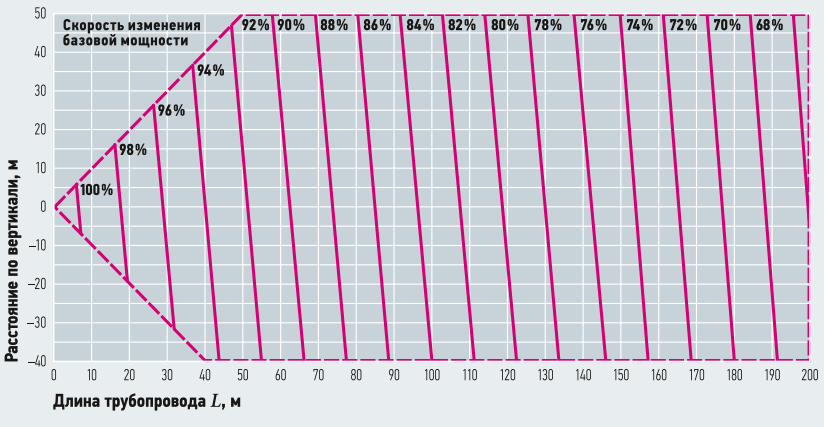


Рис. 1. Потери мощности наружного блока на холод по длине трубопроводов и перепаду высот

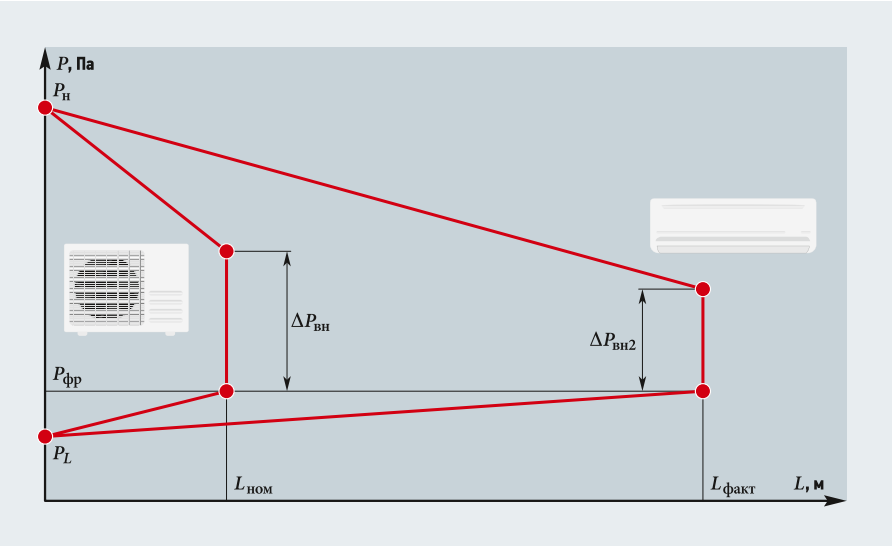


Рис. 2. График изменения давления в подающем и обратном фреонопроводах

Например, при 100 м длины потери составят 17 %. При 200 м длины потери составят уже 34 %! То есть блок типоразмером 450 выдаст при 100 м не 45 кВт холода, как указано в каталоге, а 45 × 0,83 = 37,3 кВт.

Теперь зададим главный вопрос: *«Почему наружные блоки VRF-систем выдают свою 100 % производительность только при нереальной длине 7,5 м?»*. Как сделать, чтобы мощность блоков не терялась при реальных длинах, например, 50 или 100 м длины трубопроводов?

наружный блок увеличивает обороты вентилятора наружного блока, пытаясь увеличить охлаждение конденсатора и снизить давление в системе. Или в случае падения давления на датчике низкого давления (Low Pressure, LP) автоматика даёт сигнал инверторному компрессору, и он также изменяет частоту своего вращения.

Потери давления в системе зависят от расхода фреона и гидравлической характеристики сети $k_{гидр}$:

$$\Delta P = P_H - P_L = k_{гидр} G^2_{нар}. \quad (1)$$

Каким образом мы можем сохранить 100 % производительности наружного блока при длине трубопроводов более 7,5 м? Можно уменьшить гидравлическую характеристику сети или увеличить перепад давления в системе. И то, и другое непросто по многим причинам

Мы можем или уменьшить гидравлическую характеристику сети $k_{гидр}$, или увеличить перепад давления в системе $\Delta P = P_H - P_L$. И то, и другое непросто, и вот по каким причинам.

Гидравлическую характеристику сети мы можем уменьшить, увеличивая диаметры трубопроводов. Но она не может быть равна нулю, так как диаметры трубопроводов не могут быть бесконечными. То есть, увеличивая диаметры трубопроводов, мы можем уменьшить потери давления в системе, но у нас не получится сделать их нулевыми, иначе диаметры пришлось бы сделать бесконечными.

График потерь с увеличенными диаметрами трубопроводов на типоразмер будет выглядеть как на рис. 4.

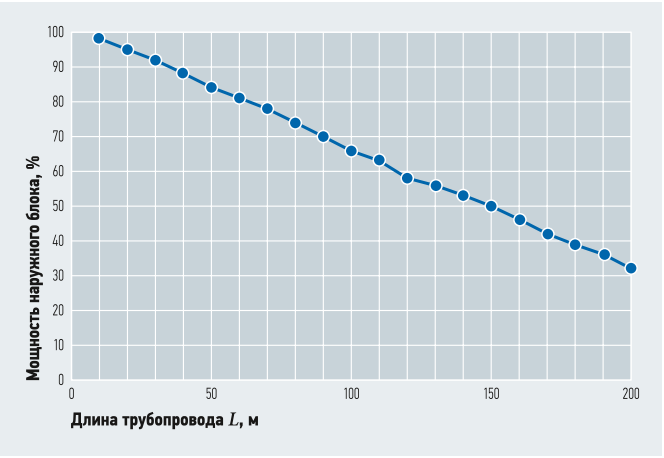


Рис. 3. Потери мощности наружного блока VRF-системы на холод по длине трубопроводов

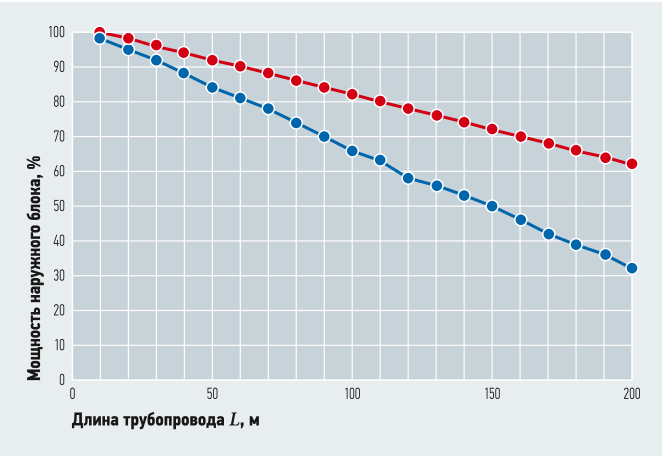


Рис. 4. Потери мощности наружного блока на холод по длине трубопроводов с увеличенными на типоразмер диаметрами

Во-первых, рассмотрим физику процесса регулирования производительности наружного блока в зависимости от различной длины трубопроводов.

Особенностью систем автоматического регулирования VRF-систем является поддержание определённого давления на выходе и входе наружного блока (рис. 2). Наружные блоки VRF-систем содержат датчики низкого и высокого давления, по которым происходит регулирование производительности наружного блока.

Например, датчик высокого давления (High Pressure, HP) показал увеличение давления с 2,8 до 3,3 МПа. Следовательно,

Таким образом, при увеличении длины магистралей выше номинала 7,5 м происходит увеличение гидравлической характеристики сети и, соответственно, уменьшение расхода фреона в системе. Наружный блок уменьшает общий расход фреона, сохраняя перепад давления в системе. Пропорционально уменьшению расхода фреона происходит уменьшение производительности наружного блока (рис. 3).

Теперь давайте посмотрим на формулу (1) и зададимся вопросом: *«Каким образом мы можем сохранить 100 % производительности наружного блока при длине трубопроводов более 7,5 м?»*.

Иными словами, из рис. 4 следует, что, увеличивая диаметр трубопроводов VRF-систем, мы можем значительно уменьшить потери производительности, но мы не можем сделать их нулевыми. Чем больше типоразмер жидкостного и газового трубопровода, тем меньше угол наклона графика потерь. Но есть одна проблема, из-за которой мы не можем бесконечно повышать диаметр труб — это проблема возврата масла в компрессор. Чем меньше скорость хладагента в трубопроводе, тем меньше масла возвращается в наружный блок, тем быстрее выйдет из строя компрессор по причине масляного голодания.

Увеличивая перепад давления в системе $\Delta P = P_H - P_L$ теоретически мы можем компенсировать увеличенные потери на трубопроводах и сохранить 100%-ю производительность наружных блоков. Этот процесс будет выглядеть как на рис. 5.

Так как расход хладагента мы приняли прежним и диаметры трубопроводов остаются прежними, то удельные потери давления по длине также остаются прежними (угол наклона графика). В теории возможно сохранить производительность наружного блока при увеличении перепада давления между подающим и обратным трубопроводами.

Но есть две проблемы.

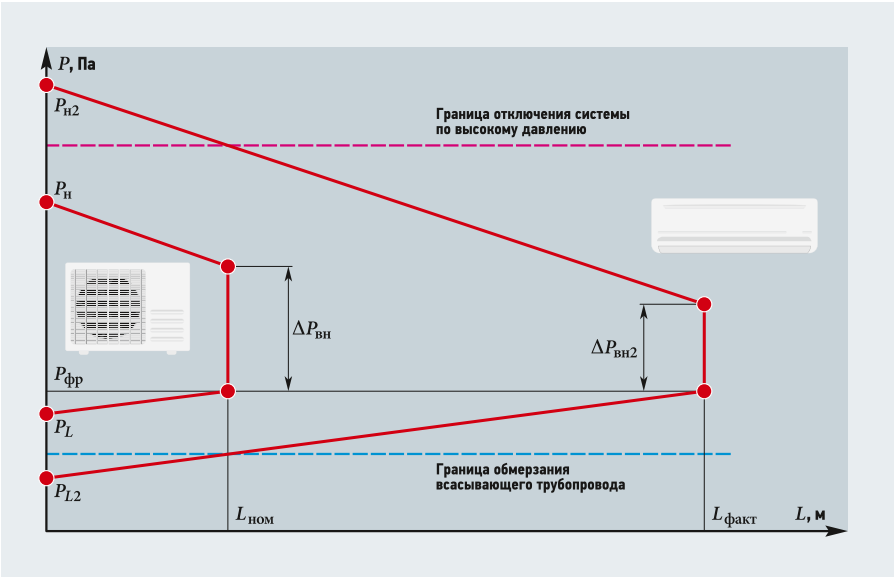


Рис. 5. Изменения давления в подающем и обратном фреонопроводах при сохранении производительности и диаметров трубопроводов

Автором этой статьи разработана методика настройки систем VRF на реальные длины трубопроводов. В результате этой настройки наружный блок будет выдавать 100%-ю производительность при длине трубопроводов 100, 150 или 200 м

Проблема первая

Потери давления фреона в трубе длиной 7,5 м и, например, 100 м отличаются более чем в десять раз. Поэтому простое увеличение высокого давления приведёт к выходу его значений из допустимых пределов. На многих системах максимальное давление ограничено величиной 3,8–4,15 МПа для фреона R410a. Система будет отключаться по ошибке «высокое давление нагнетания». Низкое давление также сильно уйдёт в область отрицательных температур кипения. Газовая труба и нижняя часть компрессоров будут всегда обмерзать.

Проблема вторая

Доступ к изменениям параметров системы. Всего существует три уровня доступа. Первый уровень — для клиентов. На этом уровне можно менять самые простые параметры с помощью пульта: температура, скорость вентилятора, режим работы. Второй уровень — монтажный. Можно менять настройки главного пульта, задающего режим работы всей системы. Или системный адрес конкретного внутреннего блока. Третий уровень — заводской или сервисный. К этому уровню, как правило, имеют доступ очень ограниченный круг лиц. На этом уровне можно менять параметры системы очень широко. Например, можно менять рабочие частоты компрессора, заданные на заводе давления кипения и конденсации, корректировать параметры работы вентиляторов наружного блока и т.д. Сам процесс изменения давления доступен при получении третьего уровня доступа к настройкам системы, что есть далеко не у каждой компании.

В итоге автором этой статьи разработана методика настройки систем VRF на реальные длины трубопроводов. В результате этой настройки наружный блок будет выдавать 100%-ю производительность при длине трубопроводов 100, 150 или 200 м — в зависимости от желания заказчика и необходимости сохранения фактической производительности на конкретном объекте. График потерь производительности для наружного блока, настроенного на 100 м длины, будет выглядеть следующим образом (рис. 6).

Пример. Существует объект, требующий 200 кВт холода. Конкурирующая компания №1 предлагает четыре наружных блока по 50 кВт каждый, «скромно умалчивая» о том, что фактическая производительность четырёх блоков будет далеко не 200 кВт, так как при длине трубопроводов 100 м потери составят 17%. Соответственно, реальная производительность по холоду составит 200×0,83 = 166 кВт.

Если наружные блоки конкурирующей компании №2 настроить на новую стандартную длину трубопроводов, то их производительность не изменится и будет реально 50×4 = 200 кВт по холоду.

Это будет несомненным преимуществом в тендерной борьбе за выполнение проектов по кондиционированию реальных объектов.

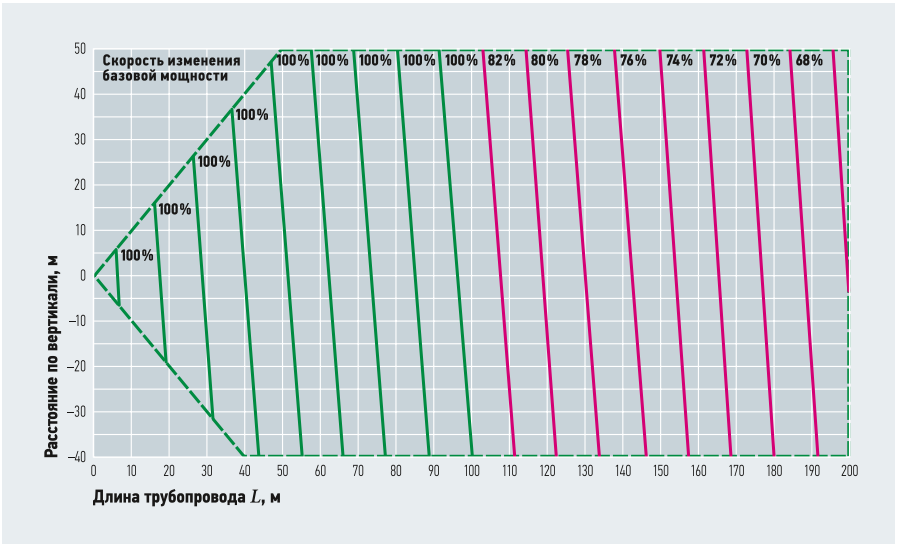


Рис. 6. График потерь мощности адаптированного наружного блока VRF-системы

Особенности обеспечения микроклимата крытых ледовых арен

В статье рассматривается схема воздухораспределения системы кондиционирования ледового поля ледовой арены с многоступенчатым смешиванием наружного и рециркуляционного воздуха, удаляемого из верхней и нижней частей обслуживаемой зоны помещения. Такая система позволяет добиться снижения энергозатрат на кондиционирование воздуха в холодный период года.

Автор: С.В. ЧУЙКИН, доцент, кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела, Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)

Введение

Одними из наиболее энергоёмких объектов спортивного назначения являются крытые ледовые арены с искусственным льдом. Увеличение цен на топливно-энергетические ресурсы приводит к необходимости повышения эффективности энергозатратных систем этих сооружений, к которым относятся системы ВиК. В связи с этим становится актуальным анализ схем названных систем ледовых арен. Непрерывный рост востребованности современных спортивных сооружений круглогодичного функционирования, в частности, крытых ледовых арен, требует соответствующего повышения энергетической эффективности проектируемых инженерных систем. Для рассматриваемого типа объектов наиболее энергоёмкими системами являются системы обеспечения микроклимата и холодоснабжения. Это связано с необходимостью круглогодичной выработки значительного количества холода, затрачиваемого на системы кондиционирования воздуха обслуживаемых зон и поддержание ледовой поверхности в требуемом интервале температур [1–3]. Для специалистов проектных, монтажных и эксплуатационных организаций наибольший интерес представляют особенности работы именно систем обеспечения микроклимата. Связано это с тем, что работа названных систем более динамична и требует увязки с множеством факторов, таких как температура внутреннего воздуха в помещении (которая, в свою очередь, меняется от вида проводимых мероприятий, зоны обслуживания и т.п.), относительная влажность, конструктивные и архитектурно-строительные особенности здания и т.д.

В работах [4–7] отмечается, что основной особенностью при проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха крытых ледовых арен является наличие ледового поля с отрицательной температурой. Этот факт полностью определяет схему движения воздушных потоков в помещении, а, следовательно, и поля температуры.

Кроме того, в зоне ледового поля для поддержания поверхности льда в надлежащем состоянии температура воздуха должна лежать в определённых границах. Так, например, в случае проведения хоккейных матчей температура льда должна находиться в пределах от –6,5 до –5,5 °С (при температуре воздуха в зоне ледового поля от +6 до +10 °С), а в случае проведения соревнований по фигурному катанию температура льда должна быть в интервале от –4 до –3 °С (при температуре воздуха от +10 до +13 °С) [1, 6, 7].

Увеличение цен на топливно- и энергоресурсы приводит к необходимости повышения эффективности энергозатратных систем этих сооружений, к которым относятся системы ВиК

Также следует помнить, что, помимо зоны ледового поля, в рассматриваемых объектах имеется зона зрительских трибун, в которой необходимо поддерживать совершенно иные параметры микроклимата, обуславливаемые присутствием зрителей и их комфортом.

Таким образом, выделяется две основные обслуживаемые зоны помещения с различными параметрами.

Рассмотрим более подробно особенности организации микроклимата выделенных зон в отдельности.

Особенности организации микроклимата зоны ледового поля

Для обеспечения требуемых параметров микроклимата в обслуживаемой зоне ледового поля и сохранения строительных конструкций в рабочем состоянии (возможно образование конденсата на строительных конструкциях) [8–10] воздухообмен организовывается за счёт перемешивающей вентиляции. Это также обуславливается и архитектурно-строительными особенностями, а именно большой высотой рассматриваемых помещений. В связи с этим наибольшее распространение получила схема воздухообмена «сверху-вверх». То есть приточный воздух с заданными параметрами подаётся через воздухораспределители (расположенные вдоль ледового поля) в направлении ледовой поверхности и удаляется из верхней зоны через воздухозаборные устройства (рис. 1). Помимо упомянутой схемы распределения воздуха, в некоторых зарубежных проектах (например, ледовый дворец Palavela в итальянском городе Турине) воздухозаборные устройства размещены в нижней зоне и встроены в борт ледового поля (схема «сверху-вниз»).

Параметры воздуха, подаваемого системами кондиционирования, определяются графоаналитическим методом с помощью *i–d*-диаграмм состояния влажного воздуха. Так, на рис. 2 хорошо видно, что в случае распределения воздуха по схеме «сверху-вниз» наблюдается значительная экономия холода. Этот факт приобретает наибольшее значение при круглогодичной эксплуатации крытой ледовой арены.

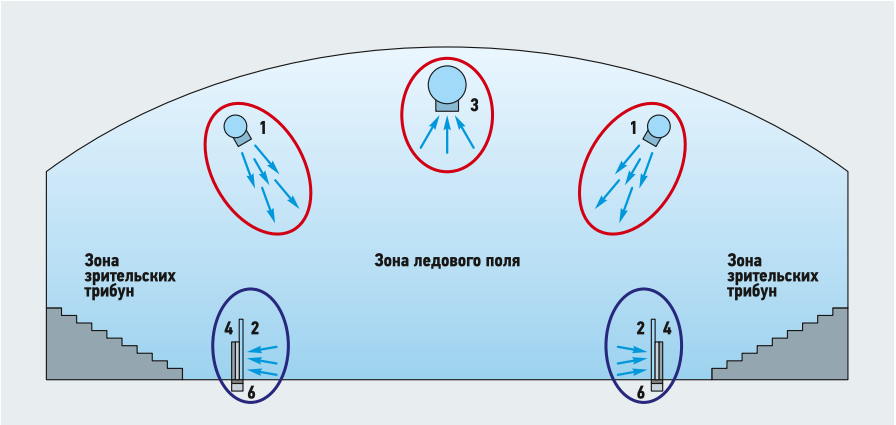


Рис. 1. Схема воздухораспределения зоны ледового поля (1 — приточные воздухораспределители; **2** — воздухозаборные устройства в ограждении; **3** — вытяжные устройства, расположенные над поверхностью льда; **4** — ограждающий борт; **5** — ледовое поле; **6** — магистральные вытяжные воздуховоды, расположенные в подпольных каналах)

Однако, как отмечается в работе [5], при организации воздухораспределения по схеме «сверху-вниз» в холодный период года может возникнуть необходимость установки секции орошения, что приведёт к увеличению затрат. В противном случае внутренний воздух будет постепенно осушаться, что ухудшает характеристики скольжения льда.

Избежать излишнего осушения воздуха можно путём частичной рециркуляции, организацию которой удобно проводить при комбинированной схеме воздухораспределения, предложенной в работе [5]. Так, многоступенчатое смешение наружного и рециркуляционного воздуха с различными параметрами можно осуществить с помощью раздельного отбора рециркуляционного воздуха из верхней и нижней зон ледовой арены. При этом подача воздуха производится аналогично первым двум схемам.

Процесс обработки воздуха для данного случая показан на рис. 3.

При осуществлении воздухораспределения в холодный период года по комбинированной схеме затраты на обработку приточного воздуха значительно уменьшаются. Однако применение подобной схемы в тёплый период года увеличивает затраты холода и теплоты

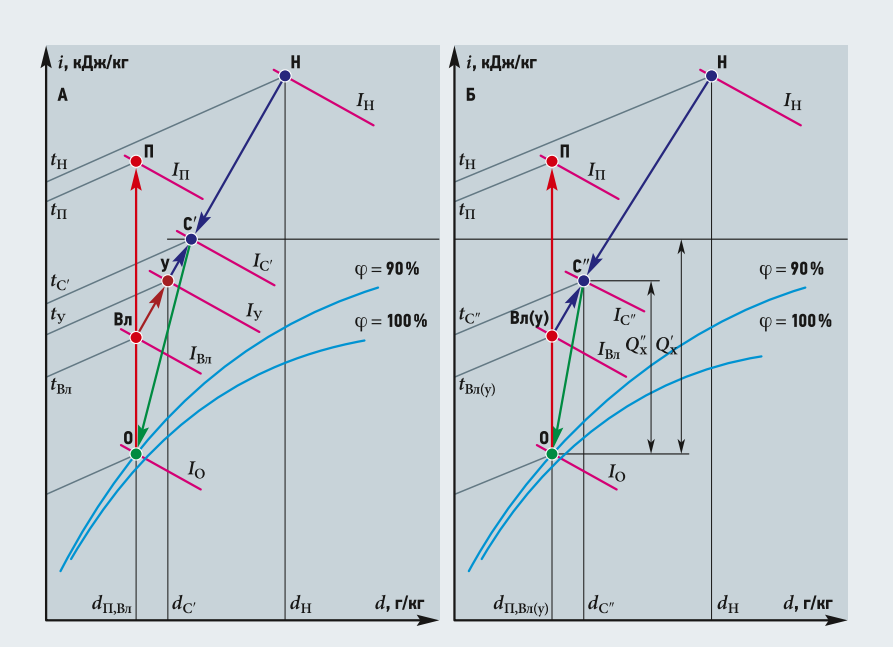


Рис. 2. *i–d*-**диаграмма состояния воздуха в крытой ледовой арене для тёплого периода года** (при организации воздухораспределения по схемам: **А** — «сверху-вверх»; **Б** — «сверху-вниз»)

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что при осуществлении воздухораспределения в холодный период года по комбинированной схеме затраты на обработку приточного воздуха значительно уменьшаются. В тоже самое время применение подобной схемы в тёплый период года увеличивает затраты холода и теплоты.

Вследствие этого при круглогодичной эксплуатации ледовой арены для уменьшения энергозатрат на системы кондиционирования ледового поля распределение воздуха в тёплый и холодный периоды года необходимо организовывать по различным схемам.

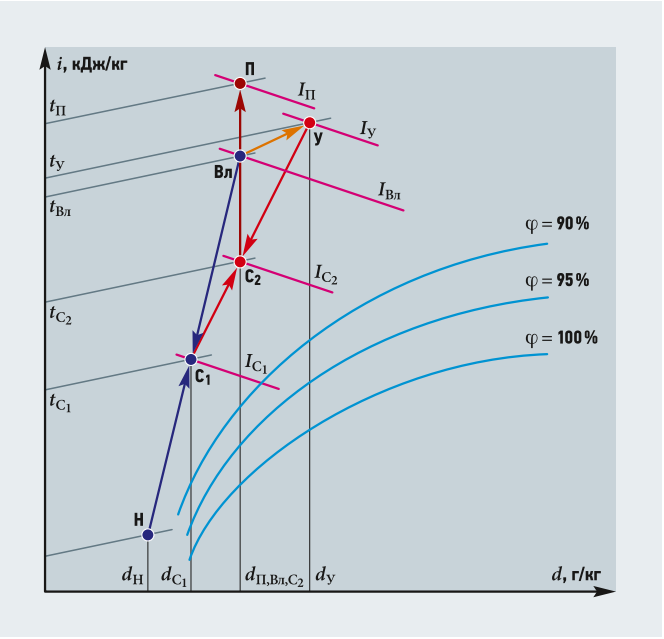


Рис. 3. *i–d*-диаграмма состояния воздуха при организации воздухораспределения по смешанной схеме для холодного периода года

Особенности организации микроклимата зоны трибун

Требуемые параметры микроклимата в зоне зрительских трибун в помещении крытой ледовой арены могут быть обеспечены за счёт перемешивающей или вытесняющей вентиляции.

В первом случае подача приточного и удаление вытяжного воздуха производится из верхней зоны. Скорость воздуха при этом значительная, и наблюдается большая степень турбулизации.

Во втором случае имеет место течение воздуха, приближенное к ламинарному, достигаемое за счёт подачи воздуха с низкими скоростями. Приточные устройства в данном случае располагаются под зрительскими креслами. Удаление воздуха, как и в первом случае, осуществляется из верхней зоны. Температура воздуха зрительских трибун составляет порядка +25 °С в тёплый и +18 °С в холодный периоды года.

В работе [3] отмечается, что при вытесняющей вентиляции энергоэффективность систем вентиляции и кондиционирования возрастает. В связи с этим при проектировании рассматриваемых систем рекомендуется второй способ — применение вытесняющей системы, при которой приточный воздух подаётся под сиденья трибун в количестве 20 м³/ч на одного человека со скоростью 0,25 м/с и температурным перепадом между приточным воздухом и воздухом рабочей зоны в 3 °С. Следует отметить, что основным недостатком подобной схемы является необходимость организации доступа к приточным воздуховодам и распределителям для их обслуживания и монтажа.

Выводы

Таким образом, для повышения энергоэффективности проектируемых систем обеспечения микроклимата зоны ледового поля крытых ледовых арен в зимний период необходимо применять комбинированную схему с частичной рециркуляцией, а в летний период — схему «сверху-вниз», что позволит сократить энергетические затраты на обработку приточного воздуха на 15 %. Для зрительных трибун наиболее актуально применять способ вытесняющей вентиляции с подачей приточного воздуха через устройства, расположенные под сиденьями для зрителей.

1. Мелькумов В.Н., Чуйкин С.В. Организация воздухораспределения крытых многофункциональных ледовых арен // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Строительство и архитектура, 2012. №3. С. 28–36.
2. Вишневский Е.П. Вентиляция и качество воздуха в крытых ледовых аренах // Журнал СОК, 2008. №10. С. 86–92.
3. Гиневская Р.В. Крытый каток для тренировочных занятий // Холодильная техника, 1990. №1. С. 23–25.
4. Панкратов В.В., Шилкин Н.В. Особенности климатизации ледовых арен // АВОК, 2009. №8. С. 24–36.
5. Мелькумов В.Н., Чуйкин С.В. Современные способы создания микроклимата крытых ледовых арен и катков // Научный журнал. Серия: Инженерные системы и сооружения, 2012. №2. С. 68–73.
6. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. — М.: Изд-во физ.-мат. лит., 2003. 272 с.
7. Назаров Ю.П. и др. Анализ проектов конструкций центрального стадиона и большой ледовой арены для хоккея с шайбой в Сочи // Промышленное и гражданское строительство, 2009. №10. С. 4–6.
8. Кокорин О.Я., Товарас Н.В., Иньков А.П. Рекомендации по предотвращению конденсации водяных паров на поверхности ферм и перекрытий помещений искусственных катков // Холодильная техника, 2009. №2. С. 8–12.
9. Кокорин О.Я., Товарас Н.В., Иньков А.П. Энергосберегающие системы кондиционирования воздуха зоны ледового поля помещений искусственных катков // Холодильная техника, 2009. №4. С. 4–7.
10. Мелькумов В.Н., Лобода А.В., Чуйкин С.В. Определение коэффициента теплоотдачи ледовой поверхности для смешанной схемы воздухораспределения // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Строительство и архитектура, 2013. №1. С. 24–31.

Предотвратим климатическую катастрофу. Роль зданий и технологий в спасении мира

Сегодня большинство экспертов обеспокоено выполнением условий Парижского соглашения по климату. Их опасения совсем не беспочвенны: документ подписали в 195 странах, но многие ли государства принимают достаточные меры?

Россия ратифицировала соглашение лишь в сентябре 2019 года. В то же время в нашей стране угроза становится очевидной: в первом квартале 2020 года был установлен пятилетний рекорд по уровню загрязнения воздуха [1]. Ещё два года назад Росгидромет проверил качество воздуха в 246 городах, в 219 из них отметил превышение санитарно-гигиенических нормативов [2]. Выбросы CO_2 и сопутствующее глобальное потепление наносят удар и по экономике. В частности, проблемой становится таяние вечной мерзлоты: по оценкам учёных, к 2050 году финансовый ущерб РФ составит 8,5 % от ВВП [3]. Что способно поменять ситуацию?

Если не остановить повышение температуры, планете грозят природные катаклизмы, некоторые территории могут стать непригодными для жизни, пострадает биологическое разнообразие, почти иссякнет питьевая вода, начнётся голод

Путь к выполнению протоколов – эффективное использование ресурсов

Изменения климата — это реальная угроза. Совсем недавно об этом написал в своём блоге Билл Гейтс. Миллиардер и филантроп провёл параллель между глобальным потеплением и эпидемией COVID-19: *«Международное энергетическое агентство оценивает сокращение выбросов в 2020 году примерно в 8 %. В реальном выражении это означает, что мы выпустим 47 млрд тонн углерода вместо 51 млрд. Это значительное сокращение, которое должно поддерживаться ежегодно. Но подумайте: что потребовалось для этого? Погибли более 600 тыс. человек, десятки миллионов остались без работы, автомобильный трафик уменьшился вдвое, авиасообщение прекратилось на несколько месяцев. Мягко говоря, это не та ситуация, которую хочется продолжать»*. По мнению основателя Microsoft, к 2060 году изменение климата может быть таким же смертоносным, как и COVID-19, а к 2100-му этот показатель увеличится ещё впятеро. Экономическая картина также сурова. Мир должен подойти к решению проблемы максимально информированным и подготовленным к спасению людей [4].

По прогнозам климатологов, если не остановить повышение температуры, планете грозят природные катаклизмы, некоторые территории могут стать непригодными для жизни, пострадает биологическое разнообразие, почти иссякнет питьевая вода, начнутся голод и эпидемии. *«В России часто можно слышать, то ли в шутку, то ли всерьёз, что Россия — страна северная. Будет на два-три градуса потеплее — не страшно. Может быть, даже и хорошо: меньше будем тратить денег на шубы и другие тёплые вещи. Специалисты по сельскому хозяйству говорят: “Вот и урожай зерновых у нас повышается, и дальше будет повышаться, и слава Богу”. Это всё, конечно, так, но, безусловно, мы должны думать… о последствиях этих, возможно, глобальных изменений климата…»*, — отметил в одном из своих выступлений В. В. Путин [5].

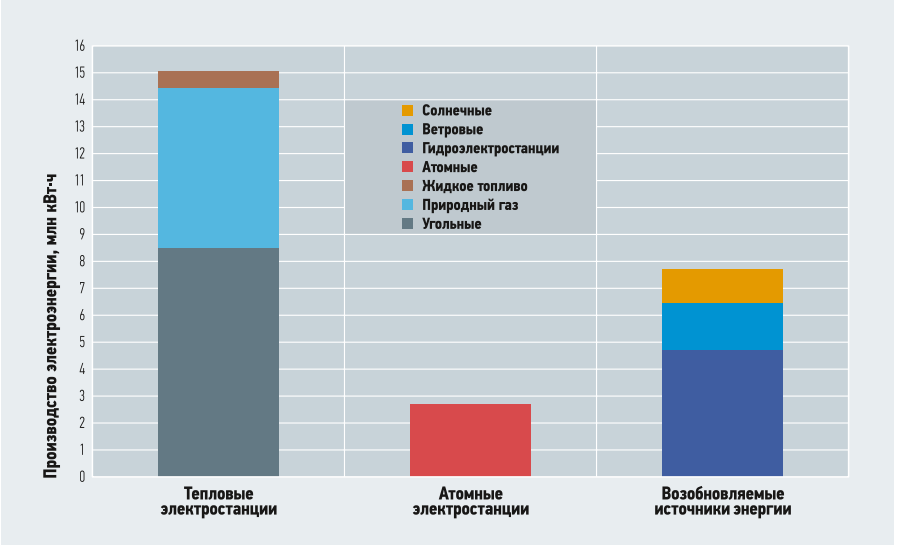
Действительно, изменения климата для нашей страны гораздо более негативны, чем позитивны. Алексей Кокорин, директор программы «Климат и энергетика»

Парижское соглашение, подписанное в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, регулирует меры по снижению содержания углекислого газа в атмосфере Земли с 2020 года. На настоящий момент оно подписано 195 странами и Евросоюзом. Целью соглашения является удержание роста глобальной средней температуры менее 2 °C, причём оптимальным считается ограничение роста данной температуры величиной 1,5 °C.

Автор: Ирина ПОБОКИНА

WWF России, выделяет следующие риски: **для населения** (рост числа сердечно-сосудистых заболеваний и распространение «южных» инфекций); **для сельского хозяйства** (недостаток воды в южных регионах и её избыток в северных); **для жизни** (лесные пожары, деградация вечной мерзлоты, зимних дорог и переправ); **для природы** (разрушение экосистем, появление новых видов и проблемы для местных видов).

Сейчас в России разработана федеральная стратегия по сокращению выбросов парниковых газов до 2050 года. Но даже интенсивный вариант плана предполагает их снижение на 48% от уровня 1990-го. Для сравнения: Германия к этому же сроку планирует сокращение на 80–95%, Великобритания — на 80%, Япония, Франция и Канада — на 73–78% [6]. Кроме того, в Европе собираются за следующие 30 лет прийти к строительству зданий с нулевыми выбросами углерода [7].



Структура производства электроэнергии в мире к 2020 году

Для нашей страны подобные цифры пока выглядят фантастично, но изменения необходимы, иначе ситуация станет необратимой. Будущее в руках каждого из нас. На первый взгляд, существует самый «простой» способ сохранить климат и выполнить условия Парижского соглашения — использовать возобновляемые источники энергии (ВИЭ). На их долю приходится треть всей вырабатываемой энергии в мире. Однако в России, например, внедрение «зелёных» технологий идёт достаточно медленно. Так, в 2019 году в РФ на солнечных и ветряных станциях было произведено 1,62 млрд кВт·ч электроэнергии, а на традиционных ТЭС, ГЭС и АЭС — 1078,98 млрд кВт·ч [8]. Из-за такой разницы в данный момент для удержания глобального потепления на уровне ниже 2°С параллельно с развитием альтернативной энергетики следует использовать меньше энергии в целом.

По данным Международного агентства по возобновляемым источникам энергии, средние расходы на сокращение выбросов парниковых газов за счёт повышения энергоэффективности составляют менее половины издержек, затрачиваемых на этот процесс с использованием ВИЭ. Глобально с 2000 года энергоэффективные технологии сократили потребление энергии на 12% по отношению к уровню, который мог бы быть без их использования в 2017-м [9]. Межправительственная комиссия по вопросам изменения климата убеждена: одно только эффективное энергопотребление сократит объёмы вредных выбросов на 44% к 2040 году.

Неудивительно, что во всём мире энергосбережение играет значительную роль, и возможности его снижения поистине безграничны. В Японии выяснили, что если все эксплуатируемые электродвигатели (а их в стране около 100 млн) заменить на высокоэффективные аналоги стандарта IE3, то ежегодно будет экономиться до 15,5 млрд кВт·ч.

Корпорация Mitsubishi Electric на заводе в городе Нагоя заменила все осветительные приборы на энергоэффективные светодиоды с датчиками движения, и только это дало 27 тыс. кВт·ч экономии в год. На предприятии установили эффективные системы вентиляции и кондиционирования воздуха, что ежегодно сберегает миллион киловатт-часов [10].

Эксперты компании Rockwool посчитали, что если все здания в мире утеплить каменной ватой, то общий расход электроэнергии сократится на 3500 млрд кВт·ч, то есть почти на одну седьмую [11]. На сооружения приходится до 30% глобального спроса на энергию, а теплоизоляция Rockwool обеспечивает 50–90% потенциала энергосбережения.

Следует учитывать, что разные способы производства и экономии энергии по-разному влияют на окружающую среду. Дело в том, что каждый потребитель оставляет за собой углеродный след — определённое количество парниковых газов, которые были выброшены в атмосферу в результате выработки использованной энергии. Вычислить углеродный след довольно сложно. В него входят топливо, сгоревшее при непосредственной выработке энергии, расходы на его транспортировку, а также затраты на производство и амортизацию оборудования. Поэтому свой след оставляют даже ничего не сжигающие гидроэлектростанции. Портал Material Economics, опираясь на энергетическую политику ЕС (ЕР 65), составил рейтинг способов получения и сбережения энергии. Оказалось, что экономия одного киловатт-часа за счёт теплоизоляции каменной ватой в 14 раз менее углеродоёмкий процесс, чем производство единицы энергии из ветра, и в 25 раз менее углеродоёмкий, чем использование солнечных батарей.

«Зелёное» строительство и реновация зданий – защита окружающей среды

Так как самый экологичный и безвредный для климата способ экономии энергии — использование изоляции из каменной ваты, соответственно, большой потенциал грамотного и эффективного потребления кроется в зданиях. В Европе на различные строения приходится более 36% от общего объёма выбросов парниковых газов и 40% от общего спроса на первичные энергоресурсы [12]. По данным, собранным IPCC, строительство обладает самым экономически эффективным потенциалом регулирования парникового эффекта. Так, при аналогичных финансовых затратах здания помогут сократить углеродосодержащие выбросы почти на 70% в сравнении с промышленностью.

Технологии и их углеродные следы

Чтобы оставаться ниже целевого показателя (1,5 °C), установленного Парижским соглашением, к 2050 году объёмы выбросов от сооружений в атмосферу должны уменьшиться на 80–90 %. В строительной сфере нужно отказаться от использования ископаемого топлива, а также увеличить показатель восстановления энергии существующих зданий до 5 % в год [13]. Города и мегаполисы станут более здоровыми, безопасными и устойчивыми, если возводить энергоэффективные и безопасные сооружения, а также модернизировать уже существующие.

Важным инструментом для преобразования строительного фонда в «чистый» (с нулевым уровнем выбросов углеродов) является внедрение современной базы правил и стандартов. В России актуализация строительных нормативов началась в 2018 году. Она нацелена на повсеместное внедрение инновационных технологий и энергоэффективных материалов и на исключение из стандартов откровенно устаревших систем. В конце 2019 года в нашей стране насчитывалось 130 объектов, сертифицированных по «зелёным» стандартам BREEAM, LEED и DGNB.

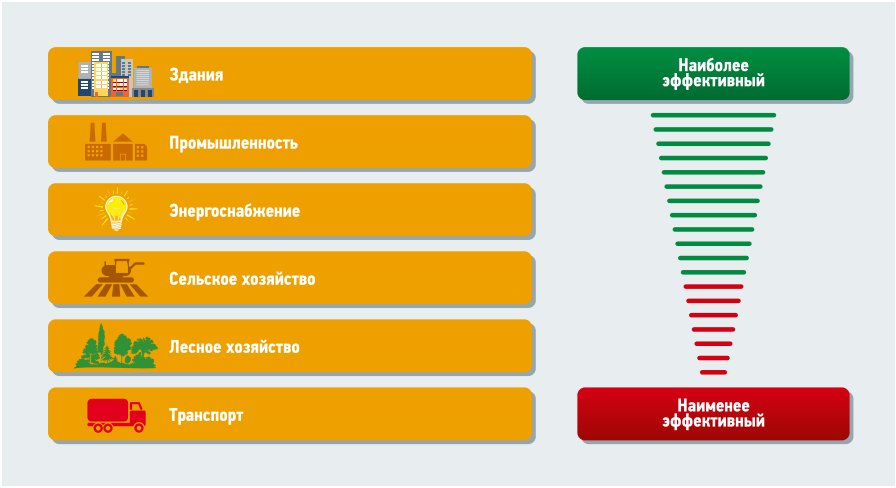
Несмотря на скромные цифры, динамика экологичного девелопмента положительна, и в будущем российский рынок недвижимости ждёт значительный прирост сертифицированных сооружений. Причём, если на данный момент большинство «зелёных» зданий относятся к офисному сегменту, постепенно с ними сравняется и жилая недвижимость. Уже сегодня в данном секторе реализуется множество экопроектов. Так, новый, но уже ставший знаменитым на всю столицу жилой комплекс «Жизнь на Плющихе» первым в России получил золотой сертификат LEED. Застройщик, компания «Донстрой», применял в работе современные природные материалы премиум-класса. В оформлении основной части фасада использовался известняк, а цокольная часть была отделана полированным гранитом. Экологичность и энергоэффективность здания обеспечивает теплоизоляция из каменной ваты. Дополнительно утеплитель защищает жильцов от лишних шумов и отвечает за пожарную безопасность. Ещё один пример «зелёной» жилой недвижимости — комплекс «Отрада» в Красногорском районе Подмосковья. В него входят семь монолитных зданий высотой от семи до 16 этажей, построенных по технологии Ecolife с использованием долговечных и безопасных для людей и окружающей среды материалов. В отделке фасадов и подъездов применялись клинкерный кирпич и дерево, а для утепления была выбрана теплоизоляция из каменной ваты Rockwool. Благодаря данному решению минимизируются потери тепла, стабилизируется влажность стен и обеспечивается комфортный температурный режим в помещениях. Проект получил награду Urban Awards, подтверждающую его высокий ранг [14].

Однако новые энергоэффективные здания занимают лишь небольшую долю в общей массе сооружений. Например, в ЕС только 3 % жилого фонда соответствует наиболее энергоэффективной маркировке (классу А), в РФ всего около 100 таких домов (все остальные нуждаются в модернизации до 2050 года). Масштабная реновация положительно скажется на бюджетах: согласно данным об эксплуатационных характеристиках зданий, почти каждый доллар, вложенный в модернизацию, окупается двукратно. Реконструкция подразумевает замену устаревшего инженерного оборудования и улучшение внешних конструкций, в том числе за счёт теплоизоляции. Последнее открывает значительные возможности для экономии энергии, так как правильное утепление способно снизить нагрузку на системы отопления и охлаждения на 70 %.

О важности теплоизоляции в борьбе с климатическими изменениями говорят ведущие эксперты. Ниже представлены результаты некоторых тематических зарубежных исследований [15]:

- если модернизировать здания в Европе, то получится сократить выбросы CO_2 на 660 млн тонн, что вдвое превышает ежегодный уровень выбросов во Франции;
- модернизация существующих зданий в Европейском союзе может сэкономить электроэнергию, эквивалентную той, что производится солнечными панелями, покрывающими площадь 5,8 млн футбольных полей (то есть примерно 3650 млрд кВт·ч электроэнергии);
- Европа сэкономит 22 млрд евро, используя теплоизоляцию, а не возобновляемые источники энергии для экономии выбросов углекислого газа;
- эффективность каменной ваты в области сокращения выбросов углекислого газа в 40 раз выше, чем у электромобилей.

Во многих странах «зелёное» строительство уже поддерживается на государственном уровне. В частности, правительство Великобритании объявило о реализации проекта «Грант на зелёные дома» стоимостью 2 млрд фунтов стерлингов.



Сокращение углеродосодержащих выбросов по отраслям

Теперь домовладельцы могут подать заявки и получить ваучеры на сумму до 5000 фунтов для повышения энергоэффективности своей недвижимости. Выплаты можно использовать для установки низкоуглеродных систем отопления, теплоизоляции стен, замены окон [16].

В нашей стране также полностью осознают важность модернизации недвижимости, поэтому в каждом регионе действует программа капитального ремонта многоквартирных жилых домов с упором на утепление фасадов и кровель. Так, в Москве в 2020 году планируется отремонтировать более 1200 крыш, многие из них уже утепляются каменной ватой Rockwool. По мнению экспертов строительной отрасли, подобная теплоизоляция поможет нормализовать распределение тепла по квартирам, сократить теплопотери и затраты ресурсов. При этом под крышей реконструированных зданий будет создан негорючий слой, что обеспечит безопасность жильцов.

Чтобы встать на путь устойчивого развития, ежегодное сокращение энергопотребления на 1 м^2 недвижимости должно удвоиться в сравнении с текущими темпами, поэтому положительный опыт реализованных проектов может стать примером для строительного сектора.

Точечная работа для закрепления результата

Следует понимать, что одних только энергоэффективных мер для реализации Парижского соглашения недостаточно. Нужно выработать стратегии рационального потребления ресурсов и возможностей с учётом индивидуальных особенностей каждой территории: везде есть лидирующий экологический процесс, связанный с климатом.

В засушливых регионах остро стоит вопрос рационального водопотребления. Так, для спасения сельского хозяйства в США разработаны системы «сухого полива» — гибрид дождевальной машины и капельного орошения. Такое решение уменьшает испарение воды из почвы на 27–35 % по сравнению с распылителями. Это равноценно дополнительным 75 мм осадков за сезон [17]. Использовать меньше воды помогают специальные субстраты из каменной ваты. Они дают производителям возможность получать больше урожая при потреблении меньшего количества воды, удобрений и пространства. В Кении одновременно решают проблему поставок чистой воды и её экономичного расхода: компании строят водопроводы с современным энергосберегающим насосным оборудованием.

Отметим, что одних только энергоэффективных мер для реализации Парижского соглашения по климату недостаточно. Нужно выработать стратегии рационального потребления ресурсов и возможностей

В регионах, в которых, напротив, много воды, актуальны системы для использования её излишков в сферах, где это реально необходимо. Например, в Копенгагене из-за повышения уровня моря и увеличения частоты сильных ливней потребовалось расширение канализации. Но вместо этого был разработан план по отключению крыш от ливнёвок и подачи образующейся воды к «точкам разбора» — «зелёным» насаждениям, фонтанам и пр.

Сейчас насущной задачей для российских и мировых экспертов является выбор мер адаптации технологий работ в условиях вечной мерзлоты. Она занимает две трети территории нашей страны и четверть от площади всей планеты. По мнению учёных, дополнительное потепление в связи с деградацией мерзлоты составляет 10 %, то есть выбросы парниковых газов из неё могут привести к среднему повышению температуры на 0,3 °C. В данный момент идут активные исследования процессов, особое участие принимают экспедиции из России и Германии.

Строительство, реновация и технологии хоть и играют значительную роль в удержании климатических изменений и выполнении благополучного сценария Парижского соглашения, но нужны мероприятия и в других отраслях: промышленности, энергоснабжении и даже транспорте. Поэтому Москва уже отказалась от троллейбусов, и сейчас в разработке находятся другие экопроекты. Ведь, в конце концов, наше будущее за «зелёными» инновациями, перерабатываемыми материалами, безотходными производствами и сохранением природных ресурсов. Только общими усилиями можно изменить жизнь каждого и спасти жизнь планеты.

1. В России установлен пятилетний рекорд по уровню загрязнения воздуха. Какие регионы оказались наиболее загрязнёнными [Электр. текст]. Портал «РБК». Режим доступа: rbc.ru. Дата обращ.: 25.07.2020.
2. Экологические мигранты: куда переехать из неблагополучных регионов? [Электр. текст]. Портал «ЦИАН». Режим доступа: cian.ru. Дата обращ.: 25.07.2020.
3. Александр Кислов: каждое лето я боюсь повторения жары 2010 года [Электр. текст]. РИА «Новости». Режим доступа: ria.ru. Дата обращ.: 25.07.2020.
4. COVID-19 is awful. Climate change could be worse [Электр. текст]. Gates Notes. Режим доступа: gatesnotes.com. Дата обращ.: 13.08.2020.
5. Климатический хаос, специальный проект [Электр. текст]. ТАСС. Режим доступа: tass.ru. Дата обращ.: 15.08.2020.
6. У России появился план по снижению выбросов парниковых газов до 2050 года [Электр. текст]. Портал «РБК». Режим доступа: rbc.ru. Дата обращ.: 26.07.2020.
7. Антикризисный план ЕС: цифровизация + декарбонизация = внешний долг [Электр. текст]. ИА «Регнум». Режим доступа: regnum.ru. Дата обращ.: 26.07.2020.
8. Основные характеристики российской электроэнергетики [Электр. текст]. Минэнерго России. Режим доступа: minenergo.gov.ru. Дата обращ.: 27.07.2020.
9. Energy Efficiency 2018. Analysis and Outlooks to 2040 [Электр. текст]. IEA. Режим доступа: iea.org. Дата обращ.: 27.07.2020.
10. Как рационально тратить энергию и сберечь природные ресурсы? [Электр. текст]. Канал N+1, «Яндекс. Дзен». Режим доступа: zen.yandex.ru. Дата обращ.: 27.07.2020.
11. Энергоэффективные проекты [Электр. текст]. Rockwool, журнал СОК. Режим доступа: c-o-k.ru. Дата обращ.: 28.07.2020.
12. Fraunhofer ISI report: Analysis of a European Reference Target System for 2030 [Электр. текст]. Coalition for Energy Savings. Режим доступа: energycoalition.eu. Дата обращ.: 28.07.2020.
13. IPCC 2018 Report. Ch. 4 [Электр. текст]. Intergovernmental Panel on Climate Change. Режим доступа: ipcc.ch. Дата обращ.: 28.07.2020.
14. ЖК «Отрада»: гармония природы и городской жизни [Электр. текст]. Rockwool. Режим доступа: rockwool.ru. Дата обращ.: 15.08.2020.
15. Calculation carried out by Material Economics 2018. Europe's buildings are under the microscope (2011) [Электр. текст]. BPIE. Режим доступа: bpie.eu. Дата обращ.: 28.07.2020.
16. В Британии стартовала программа по строительству экологичных домов [Электр. текст]. Российская газета. Режим доступа: rg.ru. Дата обращ.: 23.09.2020.
17. В США становится популярным гибрид дождевальной машины и капельного орошения [Электр. текст]. Портал «Агро XXI». Режим доступа: agroxxi.ru. Дата обращ.: 28.07.2020.

Возможности энергоменеджмента в бюджетном секторе

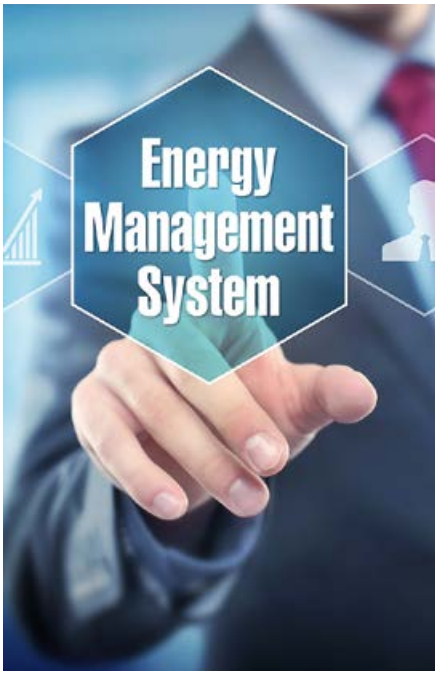
Мы привыкли говорить об энергоменеджменте применительно к промышленным предприятиям, чаще всего достаточно крупным и ресурсоёмким. И совсем непривычно прикладывать эту систему к небольшим, тем более бюджетным организациям. Но почему бы и нет? Никаких ограничений стандарт, да и сама методика, не накладывают.

Автор: Мария СТЕПАНОВА, к.э.н., директор Эксперт-бюро «ЭнергиаВита», аудитор по ISO 50001:2018

Есть ли мотивация

Хотя в бюджетном секторе нет такой рыночной мотивации к снижению издержек на топливо и энергию, как в энергоёмкой промышленности, однако такой запрос тоже существует. Нормативная база требует от бюджетных учреждений достигать вполне конкретной ежегодной экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), поэтому внедрение системы энергоменеджмента (СЭнМ) как организационная малозатратная мера может быть интересным. В таком внедрении и применении принципов международного стандарта ISO 50001:2018 и российского ГОСТ Р 50001–2012 есть своя специфика.

Очевидно, что энергоменеджмент в том или ином виде есть в любой организации, где потребляются энергетические ресурсы, хотя бы просто как практика управления энергопотоками. Другое дело, насколько последовательный и системный характер он носит, насколько соответствует передовым достижениям управленческой мысли. И здесь как раз удобно обратиться к стандартам как сводам лучших практик.



Несмотря на отсутствие коммерческой мотивации, организации, финансируемые из бюджета, тоже заинтересованы в энергоменеджменте. Первая причина — тот факт, что оплачивает их потребление энергоресурсов бюджет. Это означает, что органы власти федерального и регионального уровней, а также органы местного самоуправления заинтересованы в снижении этих расходов. Второе — бюджетные учреждения прямо подчиняются своим вышестоящим организациям, а функция жёсткого управления может компенсировать недостаток вовлечённости и даёт возможности по реализации найденной мотивации.

Энергоменеджмент в том или ином виде есть в любой организации, где потребляются энергетические ресурсы, хотя бы просто как практика управления энергопотоками. Другое дело, насколько последовательный и системный характер он носит

Нормативные требования

Российское законодательство за последние годы неоднократно изменялось и продолжает изменяться, однако в целом требования к бюджетным организациям содержат одни и те же принципы:

- необходимость установки приборов учёта и расчёты за топливно-энергетические ресурсы на основании их показаний;
- назначение лица, ответственного за энергосбережение (для организаций, чей годовой энергетический бюджет превышает 10 млн рублей);
- подача энергетической декларации о потреблении топливно-энергетических ресурсов (проведение энергетического обследования в добровольном порядке) в ГИС «Энергоэффективность»;
- разработка и реализация программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности (приняты новые требования к программам) [1];

- требования по снижению потребления используемых энергоресурсов к организациям с участием государства;
- действуют требования по снижению удельных расходов тепловой и электрической энергии в административных и общественных зданиях на 15 % до 2020 года и на 25 % до 2025 года [2];
- требования по переходу на светодиодное освещение (доведение минимальной доли светодиодных светильников, которые могут закупаться для государственных и муниципальных нужд, до 75 % к 2020 году [3]);
- не являются обязательными, однако контролируются количество и результативность заключённых энергосервисных контрактов — в нормативной базе присутствует тезис, что, если средств в программе энергосбережения не хватает на реализацию выявленного потенциала энергосбережения, организация должна предпринять действия для заключения энергосервисного контракта [4].

Принципы стандарта ISO 50001

Рассмотрим теперь требования, которые предъявляет к объекту энергоменеджмента стандарт ISO 50001, и сравним их со сложившимися практиками.

Энергетическая политика

Разработать её несложно, но это не практикуется в российских бюджетных учреждениях. Хотя очевидно, что без чёткой постановки и фиксирования цели работа не пойдёт. В этот документ логично вшить как раз требования законодательства и провозгласить приоритет энергоэффективности как социальной ответственности отдельного учреждения и в целом сектора, финансируемого из налоговых платежей граждан и бизнеса.

Кроме того, политика может учесть отраслевую специфику.

Ответственность высшего руководства

Формально присутствует в силу нормативных требований и контроля за ними, однако остаётся вопрос практической реализации этой ответственности. Очевидно, этому необходимо обучать.

Приверженность сотрудников

Больная тема (как в любой организации), и ей придётся уделять немало внимания, независимо от наличия финансовых средств, приборов учёта, методик и т.д.

Назначение ответственного за энергосбережение

По общему правилу соответствующие функции добавляются к служебным обязанностям одного из сотрудников, и в связи с этим встаёт необходимость обучить сотрудника, а также прописать его полномочия в организации.

Определение базовой линии энергопотребления

Важнейший этап энергетического анализа начинается с определения базовой линии энергопотребления. Это в настоящее время предложено делать с помощью энергетических деклараций; и на простейшем уровне данных вполне хватит.

Выявление крупных энергопотребителей

Основные объекты присутствуют в декларации. Но необходимо понимать, что таковыми могут быть не только здания, но и определённое оборудование.

Организация системы мониторинга

Оснащённость приборами учёта по общему правилу достаточно высока, однако: а) не все они введены в эксплуатацию и используются для снятия показаний; б) нередки случаи, когда один прибор на всю организацию, даже на несколько зданий. Это сильно усложняет работу.

Важно также обеспечить качество данных. Если это не системы автоматического снятия и передачи данных, то важно, чтобы показания снимались регулярно, периоды совпадали, иначе данные не будут сопоставимы.

Как ведётся система записей? Есть ли анализ данных? Кто ими пользуется? Как они становятся обоснованием для принимаемых решений? Именно на эти вопросы необходимо ответить в процессе внедрения энергоменеджмента.

Разработка энергоцелей

В терминологии СЭнМ должны быть установлены ключевые показатели энергопотребления Energy Performance Indicators (EnPI) для последующей оценки результативности системы энергетического менеджмента. Согласно нормативной базе, их для каждого бюджетного учреждения должен установить соответствующий главный распорядитель бюджетных средств.

Разработка и реализация мероприятий

Разработка и реализация мероприятий решается через формирование программы энергосбережения организации. Могут быть предусмотрены как типовые, так и специфические мероприятия программы. Учреждение имеет выбор: разрабатывать и обосновывать мероприятия самостоятельно либо привлечь стороннего консультанта, например, энергоаудитора, которому придётся заплатить.

Мониторинг результативности

Мониторинг результативности предполагает сегодня на любом объекте корректировку базовой линии на сопоставимые условия.

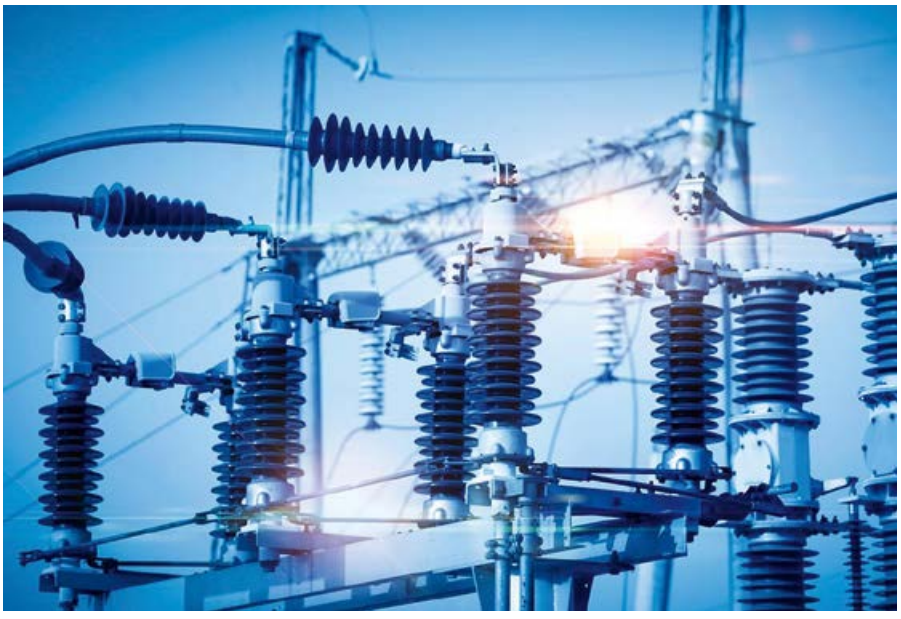
Очевидно, что корректировать базовую линию надо как на погодный фактор, изменение площадей и объёмов помещений, так и на изменение функционала или добавление потребляющего оборудования (запуск системы вентиляции, новый компьютерный класс, бассейн и т.п.). Реализовать такую корректировку можно различными способами. Профессиональные участники рынка, в первую очередь энергосервисные компании, обязательно приведут показатели к сопоставимости.

Требуемые стандартом внутренние аудиты являются самопроверкой и одним из инструментов обеспечения цикличного характера улучшений. Сложно предположить, чтобы они осуществлялись внутри некрупных учреждений, однако можно предложить, чтобы их роль играли проверки со стороны главного распорядителя бюджетных средств (ГРБС) или даже перекрёстные визиты в учреждения внутри одной отрасли. Система ведения записей обычно неплохо налажена в бюджетном секторе.

Закупки

Что касается закупок, они жёстко регламентируются, и переход на планирование расходов по жизненному циклу, а не по первоначальной цене, учёт критерия энергетической эффективности, качества товара или услуги — больные для бюджетного сектора вопросы. То же самое касается и проектирования — тут сами бюджетные учреждения вообще крайне редко имеют голос, и требования должны быть реализованы на других уровнях.

В целом, логика российской нормативной базы в части энергоэффективности в бюджетном секторе во многом сходна с требованиями стандарта, однако требует существенной доработки, в том числе с учётом отраслевой специфики и единства системы управления.



Особенности сектора

Говоря об адаптации принципов стандарта и методик внедрения применительно к бюджетным организациям, необходимо понимать их особенности. Среди них:

- недостаточная мотивация на уровне самого учреждения;
- дискретность, проектный тип управления (в то время как энергоменеджмент является непрерывным процессом);
- сметный характер финансирования (в отличие от инвестиционного);
- близкий горизонт планирования;
- многосубъектность и соответствующие риски (договоры заключаются с директором учреждения, однако решения принимает ГРБС);
- недостаток квалификации в вопросах энергосбережения (энергосбережение — не свойственная для бюджетных организаций функция, поскольку в этой сфере не действуют рыночные механизмы стимулирования энергосбережения).

Например, говоря, что энергетические обследования не оправдали себя, важно понять — почему. Ведь те же самые барьеры и причины продолжают действовать в бюджетном секторе российской экономики, препятствуя и внедрению энергоменеджмента.

Влияет и бюджетный дефицит, хотя недостаток инвестиций в модернизацию не является препятствием для внедрения энергоменеджмента. Тем не менее, если процесс совсем не подкрепляется финансированием, а фонды и инженерная инфраструктура продолжают изнашиваться, это путь тупиковый.

Единая система

Посмотрим, что и на каком уровне можно сделать, чтобы снизить влияние этих проблем и облегчить применение практик энергоменеджмента в бюджетном секторе. Очевидно, что востребованы шаблонные методики, которые упростили бы задачу на уровне каждой организации. Они могут учитывать отраслевую специфику, облегчать сравнения и мониторинг, агрегировать данные и принятие решений на высшем уровне, каковым является уровень главного распорядителя бюджетных средств.

Поскольку сами бюджетные организации встроены в систему управления, то и энергоменеджмент в бюджетной сфере должен распространяться в организацию с уровня главного распорядителя бюджетных средств, а на уровень ГРБС — с ещё более высокого уровня.

Сегодня Министерство экономического развития Российской Федерации пытается выстроить такую систему, предлагая общие принципы и требуя от отраслевых ведомств их доработки под нужды свои и подведомственных учреждений. Аналогичная работа проводится в регионах, где уполномоченные министерства (департаменты) и региональные центры энергоэффективности пытаются распространить цели повышения энергоэффективности, планы и мероприятия в отдельные отрасли через соответствующие государственные программы.

С точки зрения оптимизации системы все функции энергоменеджмента, которые можно централизовать, необходимо централизовать (увести на более высокие уровни) — это облегчит работу по внедрению, будет требовать меньше усилий и квалификации на местах, позволит учесть как положительный опыт, так и осознанные ошибки, а также тиражировать лучшие практики. ●

1. О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства Российской Федерации от 11.02.2021 №161-ПП.
2. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по повышению энергетической эффективности зданий, строений и сооружений: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 01.09.2016 №1853-р.
3. О внесении изменения в пункт 6 требований энергетической эффективности товаров, используемых для создания элементов конструкций зданий, строений, сооружений, в том числе инженерных систем ресурсоснабжения, влияющих на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений, утверждённых приказом Минэкономразвития России от 4 июня 2010 года №229: Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 9.06.2016 №362.
4. О требованиях к снижению государственными (муниципальными) учреждениями в сопоставимых условиях суммарного объёма потребляемых ими дизельного и иного топлива, мазута, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, угля, а также объёма потребляемой ими воды: Постановление Правительства Российской Федерации от 07.10.2019 №1289-ПП (с изм. на 23.06.2020).

К СОДЕРЖАНИЮ

На правах рекламы.

Вся информация
Как на ладони

Новая линейка цифровых манометрических коллекторов Testo

- большой графический дисплей
- компактный и прочный корпус с защитой класса IP54
- простое управление
- быстрое беспроводное измерение с Bluetooth-зондами
- многофункциональное приложение testo Smart App

www.testo.ru

Фото: ООО «Глобус Медиа» (Tutu.ru), go.tutu.ru

Геотермия Дагестана: научные школы, практическое использование, перспективы

Дагестан в России занимает первое место по разведанным запасам геотермальных вод и второе после Камчатки по их добыче. О достижениях производственных структур по бурению и эксплуатации геотермальных месторождений в республике, уникальных успехах дагестанской геотермальной научной школы и о многом другом мы расскажем в данной статье.

Авторы: В. А. БУТУЗОВ, д.т.н., Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина (КубГАУ);
А. Б. АЛХАСОВ, д.т.н., Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики — филиал Объединённого института высоких температур РАН (ИПГВЭ ОИВТ РАН);
Р. М. АЛИЕВ, д.т.н., Дагестанский государственный технический университет (ДГТУ), компания ООО «Геоэкопром»;
Г. Б. БАДАВОВ, инженер, ИПГВЭ ОИВТ РАН

Вступление

Авторы ставили перед собой цель описать производственные структуры, занятые бурением и эксплуатацией геотермальных месторождений Республики Дагестан. Также в материале представлены данные об опыте предотвращения солеотложений и коррозии оборудования и трубопроводов, а также нейтрализации фенолов при сбросе отработанной геотермальной воды в поверхностные водоёмы. Описана концепция создания в Дагестане систем геотермального теплоснабжения (СГТ), приведены их основные характеристики. Представлены типовые схемы эксплуатируемых терморасределительных станций (ТРС), функционирующих в городах Махачкала, Кизляр и Избербаш.

Как было отмечено, Дагестан в России занимает первое место по разведанным запасам геотермальных вод и второе после Камчатки по их добыче. Разведано 13 месторождений теплоэнергетических вод с температурой 40–105 °С с запасами 120,36 тыс. м^3 в сутки, на которых пробурено 141 скважина глубиной до 5500 м с дебитами до 7000 м^3 в сутки [1]. Максимальная добыча геотермальной воды была достигнута в 1988 году — 9,4 млн м^3 в год. Регион с 1949 года является пионером в практическом освоении геотермальных ресурсов.

Дагестанская научная геотермальная школа, основанная в 1956 году, отличается многоплановостью исследований: разведка и разработка месторождений, технология бурения и реинжекции, теория создания геотермальных циркуляционных систем, разработка многопластовых месторождений, противонакипная обработка и очистка отработанных геотермальных вод, исследование экономической целесообразности и экологических рисков [2].

Научные исследования по освоению геотермальных энергетических ресурсов сосредоточены в Институте проблем геотермии и возобновляемой энергетики (ИПГВЭ) — филиале Объединённого института высоких температур РАН (ОИВТ РАН), располагающемся в городе Махачкала. Бурением скважин, эксплуатацией месторождений и систем геотермального теплоснабжения занимается ООО «Геоэкопром». В 2019 году на его балансе было 141 геотермальная скважина, в том числе 48 эксплуатационных, из которых было добыто 3,827 млн м^3 геотермальной воды на четырёх основных месторождениях с суммарной тепловой нагрузкой потребителей 35 МВт и годовым отпуском тепловой энергии 148,1 тыс. МВт·ч в год.

Дагестанская научная геотермальная школа отличается многоплановостью исследований: разведка и разработка месторождений, технология бурения и реинжекции, теория создания геотермальных циркуляционных систем, разработка многопластовых месторождений, противонакипная обработка и очистка отработанных геотермальных вод, исследование экономической целесообразности и экологических рисков [2]

Научно-технические школы

Геотермальная научная школа Дагестана была создана одной из первых в СССР членом-корреспондентом Академии наук СССР Х. И. Амирхановым (1907–1986) в 1950-е годы. Он отличался разносторонними научными интересами, в том числе в теплофизике, геологии, геотермии, а также выдающимися организаторскими способностями. В 1950 году он создал в городе Махачкале Институт физики и Дагестанский филиал АН СССР. По его предложению в 1951 году в Институте геологии Дагестана была организована лаборатория гидрогеологических и геотермальных исследований во главе с к.т.н. С. А. Джамаловым (1903–1980), который по совету Х. И. Амирханова в 44 года начал заниматься наукой.

Фото: 34travel.me

Выпускник Московского высшего технического училища им. Н. Э. Баумана, руководитель строительных организаций, министр, учёный секретарь Дагестанского филиала Академии наук СССР, член Научного совета по геотермическим исследованиям АН СССР С. А. Джамалов до 1980 года возглавлял развитие геотермии в Дагестане. Он инициировал разведку геотермальных месторождений, бурение скважины для геотермальной электростанции, переоборудование ликвидированных нефтяных скважин, разработку систем геотермального теплоснабжения [3]. Развитие его идей осуществляли соратники и ученики: В. В. Суетнов, Р. А. Левкович, М. К. Курбанов, А. С. Джамалова, И. Ш. Абдуллаева, Ю. И. Султанов, А. Ш. Мейланов, А. Н. Абдуллаев, Г. Б. Бадавов, П. Н. Ригер и другие.

Второе геотермальное научно-исследовательское учреждение Дагестана по геотермии — Лаборатория геотермальных исследований Министерства энергетики и электрификации СССР — была организована в 1963 году в Махачкале. В 1974-м она была преобразована в Дагестанский филиал Энергетического института им. Г. М. Кржижановского (ДагЭНИН), который специализировался на разработке геотермальных электростанций и систем геотермального теплоснабжения. Им был разработан проект Тарумовской ГеоТЭС мощностью 10 МВт, методика экономической оценки систем геотермального теплоснабжения и структуры себестоимости геотермальной воды. В книге [4] его сотрудниками был обобщён опыт геотермального теплоснабжения в Дагестане. Плодотворная деятельность ДагЭНИН описана его сотрудником, ныне работающим в Институте проблем геотермии, учеником С. А. Джамалова — Г. Б. Бадавовым [2]. Трудясь в ДагЭНИН со дня его основания и до закрытия в 2000 году он, с трёхлетним перерывом на обучение в аспирантуре Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова в Москве, занимался разработкой комбинированных систем геотермального теплоснабжения [5].

В 1980 году на базе лаборатории С. А. Джамалова был организован Институт проблем геотермии (ИПГ) Дагестанского филиала Академии наук СССР во главе с В. В. Суетновым (1931–1990).

Лаборатория геотермальных исследований Министерства энергетики и электрификации СССР была организована в 1963 году в Махачкале. В 1974-м она была преобразована в Дагестанский филиал Энергетического института им. Г. М. Кржижановского (ДагЭНИН)

Большой вклад в научное развитие ИПГ внёс д.г.-м.н. М. К. Курбанов (1933–2011). Он являлся учёным-гидрогеологом, совмещавшим в своей деятельности теоретические концепции и результативную практику. Он исследовал месторождения пресных, геотермальных и минеральных подземных вод на территории Дагестана и Восточного Предкавказья, обосновал концепцию создания этих месторождений на основе теории подвижек евразийской и аравийской литосферных плит, образования высокотемпературных массивов батолитов на глубинах осадочных пород 8–15 км и высокопроницаемых пароводяных структур, миграция которых в вышележащие геологические пласты лежит в основе формирования месторождений полезных ископаемых, геотермальных, минеральных и подземных вод. М. К. Курбанов выдвинул идею о сходстве геологических условий Камчатки и Восточного Предкавказья в части формирования геотермальных месторождений. За более чем полувековую деятельность учёный исследовал все месторождения пресных вод Дагестана, включая самое крупное на юге РФ Терско-Кумское, 13 геотермальных месторождений, открыл уникальную Дагестанскую провинцию редкоземельной геотермии из 56 потенциальных месторождений, исследовал нефтегазоносные месторождения. Основные результаты его работы изложены в монографии [6].

Большую роль в становлении и развитии ИПГ сыграл д.ф.-м.н., профессор М.-К. М. Магомедов (1936–2002), руководивший институтом 15 лет (1987–2002). Выпускник Московского физико-технического института (МФТИ), блестящий математик и физик, он внёс значительный вклад в математическое моделирование геотермальных месторождений и методов создания геотермальных циркуляционных систем [7].

Преемником М.-К. М. Магомедова на посту директора ИПГ в 2002 году стал и остаётся до настоящего времени сотрудник института со дня его основания д.т.н., профессор А. Б. Алхасов, который за 18 лет плодотворной работы превратил ИПГ в главную геотермальную организацию России. Сегодня в его составе 101 сотрудник, в том числе 22 доктора наук и 30 кандидатов наук. А. Б. Алхасов также руководит научной школой «Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов» имени Э. Э. Шпильрайна и Научно-образовательным центром «Возобновляемая энергетика» [1].

Практическое использование геотермальной энергии в СССР было начато в центре города Махачкала в 1949 году после переоборудования старой нефтяной скважины №27 для теплоснабжения общественной бани. Геотермальная скважина №160 в Махачкале также была переоборудована в 1951 году для теплоснабжения городских районов. В 1953-м от скважин №№98 и 175 геотермальным отоплением были обеспечены здания институтов Дагестанского филиала АН СССР. В 1964 году в Махачкале была организована первая в СССР Северо-Кавказская разведочная экспедиция по бурению и реконструкции нефтегазовых скважин на термальные воды, которая в 1966-м преобразовалась в Кавказское промысловое управление по использованию глубинного тепла Земли Мингазпрома СССР. В лаборатории этого управления к.т.н. Х. Х. Натановым были разработаны и внедрены методы обработки геотермальной воды для предотвращения коррозии и солеотложений [8].

Наибольших успехов практическая геотермия в СССР достигла в 1980-е годы. В 1982 году в Махачкале Мингазпромом СССР было организовано НПО «Союзбургеотермия», в состав которого были включены региональные управления по использованию глубинного тепла Земли в городах: Махачкала (Кавказское управление), Петропавловск-Камчатский (Камчатское), Тбилиси (Грузинское), Грозный (Северо-Кавказское), Армавир (Кубанское). В состав НПО был также включён институт ВНИПИгеотерм.

Генеральным директором НПО был назначен М. Г. Алиев (1928–1987), крупнейший специалист по бурению и эксплуатации нефтяных скважин [9]. НПО эксплуатировало в СССР 52 геотермальных месторождения с 210 скважинами. В 1984 году объединение реализовало 56 млн м^3 геотермальной воды и 335 тыс. тонн пара. В 1983-м в СССР за год пробурили около 2200 нефтяных и газовых скважин, из которых только 885 были продуктивными.

М. Г. Алиев ставил вопрос о передаче ликвидированных нефтяных и газовых скважин для переоборудования в геотермальные. Такой опыт в Дагестане имелся уже с 1949 года. В 1981–1984 годах Мингазпром СССР ежегодно бурил и передавал на баланс НПО «Союзбургеотермия» 15 геотермальных скважин. Министерство геологии СССР так же бурило в год 15 геотермальных скважин, но на баланс НПО «Союзбургеотермия» передавало одну-две скважины. М. Г. Алиев пытался решить и этот вопрос. Крупнейшим достижением советской геотермии стала обратная закачка отработанной геотермальной воды в объёме до 700 тыс. м^3 в год на Ханкальском месторождении в Чечено-Ингушской АССР.

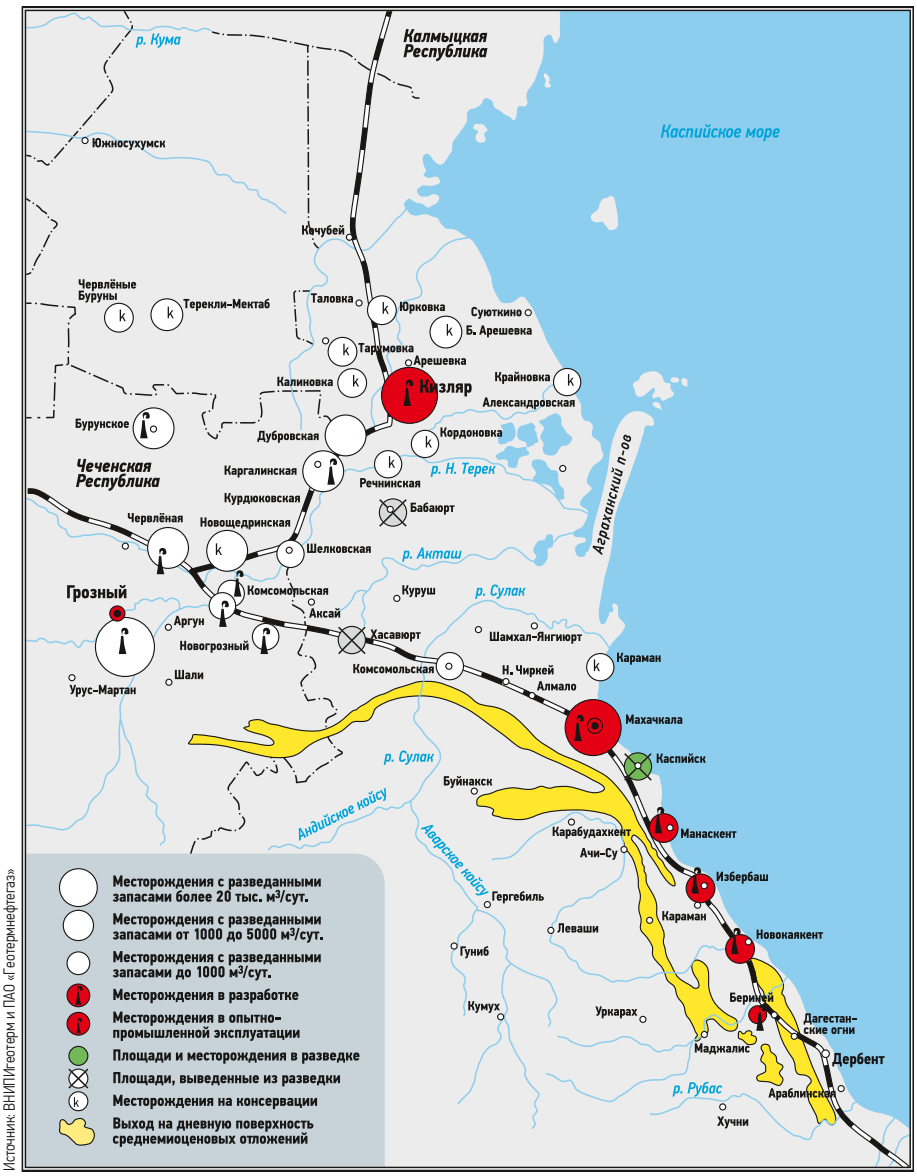
Практическое использование геотермальной энергии в СССР было начато в центре Махачкалы в 1949 году после переоборудования старой нефтяной скважины №27 для теплоснабжения общественной бани. Геотермальная скважина №160 в Махачкале также была переоборудована в 1951 году для теплоснабжения города

В 1987 году уже практически была готова к защите кандидатская диссертация М. Г. Алиева «Технологические приёмы и материалы крепления высокотемпературных скважин», результаты которой востребованы и в наши дни, поскольку вопросы долговечности и надёжности крепи скважины приобретают особую важность в связи с повышением требований к их экологической безопасности. Однако преждевременная смерть учёного не позволила её защитить.

Большим успехом отличалась работа единственного в СССР специализированного геотермального института ВНИПИгеотерм. Результатом его работы была разработка генеральной схемы освоения термальных вод в СССР. Для регионов также были разработаны аналогичные схемы, например, для Дагестана, Краснодарского и Ставропольского краёв [10].

В дальнейшем НПО было преобразовано в топливно-энергетическую компанию ПАО «Геотермнефтегаз» во главе с д.т.н. Р. М. Алиевым, сыном М. Г. Алиева, и главным геологом А. Г. Кадыровым. В 1993 году Р. М. Алиев защитил докторскую диссертацию «Методы и технологические процессы геотермальной теплоэнергетики» и создал кафедру нефтегазового дела при Дагестанском государственном техническом университете. В 2010 году компания была переименована в ООО «Геоэкопром». В настоящее время она осуществляет все виды геотермальной деятельности от бурения скважин до строительства и эксплуатации терморасределительных и насосных станций. В настоящее время это единственное на Северном Кавказе предприятие геотермальной отрасли, сохранившее свой технический, технологический и кадровый потенциал.

В России геотермальные ресурсы сосредоточены в трёх основных регионах: Дальневосточном (Камчатка и Курильские острова), Предкавказском и Западно-Сибирском. Согласно [1, 6], в гидрогеологическом отношении территория Предкавказья представляет собой сложную водонапорную систему, состоящую из Азово-Кубанского и Восточно-Предкавказского бассейнов, разделённых Ставропольским поднятием.



Источник: ВНИПИгеотерм и ПАО «Геотермнефтегаз»

Рис. 1. Обзорная карта геотермальных месторождения Дагестана

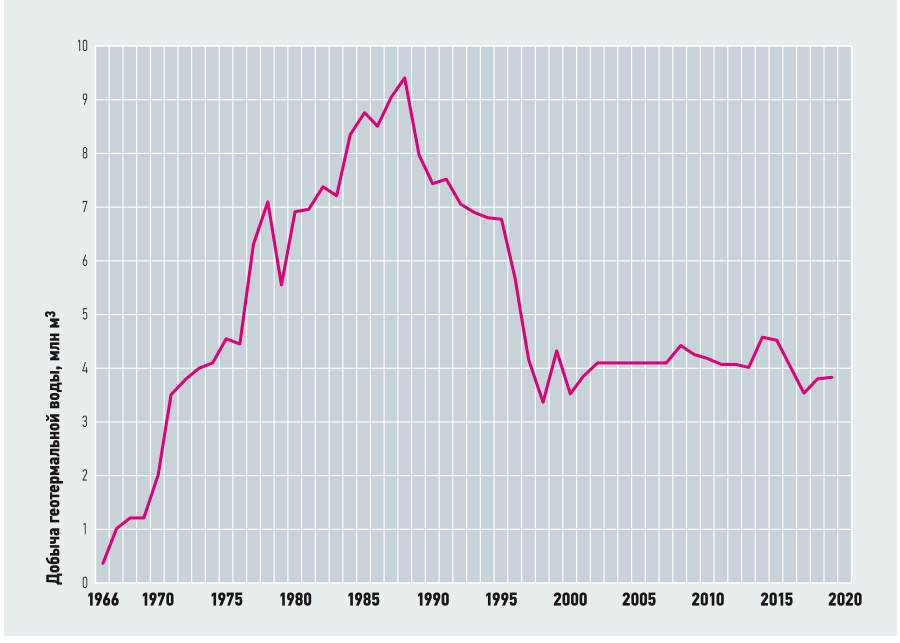


Рис. 2. Добыча геотермальной воды в Дагестане с 1966 по 2019 годы

Восточно-Предкавказский артезианский бассейн (ВПАБ) в России изучен в наибольшей степени. На нём пробурено более 10 тыс. нефтегазовых, геотермальных и артезианских скважин. Гидрогеологические и геотермальные исследования в этом бассейне выполнялись Всероссийским институтом гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО), Институтом проблем геотермии ДНЦ РАН, Северо-Кавказским территориальным геологическим управлением (ПГО «Севкавгеология»), ПАО «Геотермнефтегаз» и другими организациями.

В вертикальном разрезе ВПАБ выделяются три «гидрогеотермальных этажа»: плиоценовый, миоценовый и мезозойский, изолированные друг от друга сарматскими и майкопскими глинами. В плиоценовом этаже наиболее водообильными являются акчагыльские и апшеронские горизонты. Последние заметно превосходят акчагыльские, так как их дебиты достигают 4000 м³ в сутки, температура 55 °С, минерализация 2 г/л. Миоценовый гидрогеотермический этаж состоит из караганских, чокракских и верхних майкопских отложений из песчаников. Особенно хорошие результаты получены на Кизлярском месторождении: дебиты 5760 м³ в сутки, температура 105 °С, избыточное давление на устье 14–18 бар, минерализация до 12 г/л.

На рис. 1 представлена обзорная карта геотермальных месторождений Дагестана, составленная по данным института ВНИПИгеотерм и ПАО «Геотермнефтегаз», а на рис. 2 приведён график добычи геотермальной воды за 55 лет с 1966 по 2019 годы.

В табл. 1 приведены характеристики разведанных и эксплуатируемых геотермальных месторождений Дагестана по состоянию на 1 января 2020 года.

Наиболее крупными являются месторождения с запасами [м³/сут.]: Кизлярское — 22 тыс., Тернаирское — 21,5 тыс., Махачкалинское — 10,2 тыс., Избербашское — 4,54 тыс.

Кизлярское месторождение состоит из водонасыщенных отложений чокракского, караганского и апшеронского горизонтов. Здесь пробурено 17 скважин, в том числе девять эксплуатационных. В 2019 году добыча геотермальной воды составила 7600 м³ в сутки или 2,4 млн м³ в год. Реализация тепловой энергии — 75,1 тыс. МВт·ч в год.

Махачкала-Тернаирское месторождение расположено под городом Махачкала и состоит из двух выработанных нефтяных месторождений. Эксплуатация этого месторождения была начата в 1964 году.

Характеристика разведанных геотермальных месторождений Дагестана (на 01.01.2020) табл. 1

№	Название месторождения	Разведанные запасы, тыс. м³/сут.	Температура на устье, °С	Количество скважин, шт.		Добыча геотермальной воды		Реализация тепловой энергии, МВт·ч/год
				всего	в том числе в эксплуатации	тыс. м³/сут.	тыс. м³/год	
1	Избербашское	4,54	55–60	16	9	1,584	580,28	19 720
2	Каякентское	0,3	62	4	4	0,201	73,2	0
3	Манасское	0,1	40	1	1	0,033	11,02	0
4	Махачкалинское	10,2	57–60	32	17	1,128	591,185	17 500
5	Тернаирское	21,5	60–105	22	7	3,984	746,76	35 155
6	Кизлярское	21,9	40–105	17	9	7,632	2414,3	75 129
7	Кордоновское	3,9	44–103	4	1	0,025	9,15	558
8	Калиновское	3,5	57–92	3	0	0	0	0
9	Крайновское	1,6	40	2	0	0	0	0
10	Речнинское	5,9	42–104	6	0	0	0	0
11	**Тарумовское, в том числе**	**44,92**	**62–90**	**14**	**0**	**0**	**0**	**0**
11.1	— Юрковский	14,98	62–90	3	0	0	0	0
11.2	— Большая Арешевка	14,6	62–90	5	0	0	0	0
11.3	— Болгарский Хутор	15,34	62–90	6	0	0	0	0
12	Терекли-Мектеб	1,5	82	4	0	0	0	0
13	Червлёные Буруны	0,5	82	2	0	0	0	0
	Итого	120,36	90	141	48	15	4425,895	148 147

Всего на Махачкалинском месторождении пробурено 32 скважины, из них 17 эксплуатационных, из которых добывается геотермальной воды 1130 м³ в сутки или 0,6 млн м³ в год с реализацией тепловой энергии 17,5 тыс. МВт·ч в год.

На Тернаирском месторождении пробурено 22 скважины, в том числе семь эксплуатационных, из которых добывается 4000 м³ в сутки или 749 тыс. м³ в год с реализацией тепловой энергии 35,2 тыс. МВт·ч в год.

Избербашское месторождение состоит из водовмещающих песчаников чокракских отложений на глубине 870–1550 м, средняя глубина скважин 1200 м, температура на устье 55 °С, минерализация до 5 г/л. На месторождении 16 скважин, в том числе три восстановленные нефтяные скважины и 13 новых, пробурённых для геотермии. В 2020 году эксплуатируются девять продуктивных скважин. Добыча геотермальной воды составляет 1600 м³/сут. (580 тыс. м³/год) с реализацией тепловой энергии 19 720 МВт·ч в год.

Результаты геотермальных исследований и разработок

Наиболее полную информацию по геотермальным ресурсам и месторождениям дают отчёты о НИР института ВНИПИгеотерм и ПАО «Геотермнефтегаз» (Махачкала) [11]. Опыт Дагестана и других регионов СССР был обобщён при разработке Правил разработки месторождений теплоэнергетических вод. В последней редакции [12] представлен действующий вариант таких правил.

В работах СССР по геотермальной электроэнергетике лидирующее положение занимал Дагестанский филиал ЭНИН им. Г.М. Кржижановского — ДагЭНИН. В 1980-е годы под научным руководством ДагЭНИН был разработан проект бинарной геотермальной электростанции, мощностью 10 МВт (Дагестанская ГеоТЭС) [6, 13, 14]. Для этой цели на Тарумовском месторождении были пробурены четыре самые глубокие в СССР геотермальные скважины, глубиной по 5,5 км, две из которых обеспечивали дебиты пароводяной смеси по 7000 м³ в сутки с температурой 170 °С, при минерализации 210 г/л с содержанием лития, рубидия, цезия, йода, брома, стронция. При этом извлечение данных компонентов значительно снижало окупаемость ГеоТЭС. В свою очередь, содержание в геотермальной воде метана (4,5 м³ в 1 м³ теплоносителя) улучшало энергетические показатели ГеоТЭС.

Опыт Дагестана и других регионов СССР был обобщён при разработке Правил разработки месторождений теплоэнергетических вод

Одной из актуальных проблем российской геотермии является ограниченное применение геотермальных циркуляционных систем (ГЦС) в пористых коллекторах в песчаниках и алевролитах, которые характерны для большинства российских геотермальных месторождений [6].

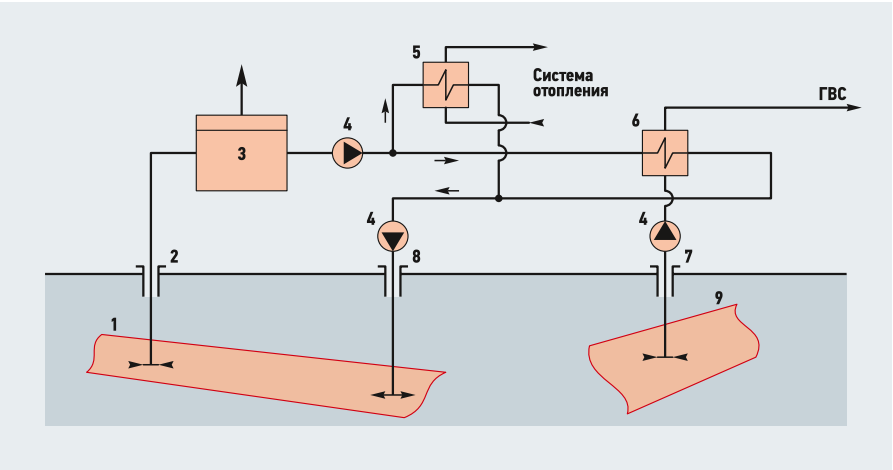


Рис. 3. Принципиальная тепловая схема ТРС в Кизляре с реинжекцией отработанного теплоносителя (**1** — чокракский геотермальный пласт; **2** — геотермальная скважина чокракского пласта; **3** — бак-газоотделитель; **4** — насос; **5** — теплообменник ГВС; **7** — геотермальная скважина апшеронского пласта; **8** — реинжекционная скважина; **9** — апшеронский пласт)

Основными технологическими показателями ГЦС являются температура геотермального теплоносителя, его расход, расстояние между продуктивной и реинжекционными скважинами, а также давление нагнетания отработанного теплоносителя.

Успешный многолетний опыт реинжекции накоплен на Кизлярском месторождении на чокракских отложениях. Термоводоносные горизонты здесь состоят из кварцевых песчаников. В 2002 году при добыче на месторождении 1722,4 тыс. м^3 геотермальной воды её закачка составила 795,8 тыс. м^3 (48 %) [1]. На рис. 3 представлена принципиальная схема терморасределительной станции, работавшая с реинжекцией более десяти лет. Геотермальный теплоноситель чокракского горизонта 1 из скважины 2 поступает в бак-газоотделитель 3 и далее насосом 4 подаётся в теплообменник 5 отопления и теплообменник 6 горячего водоснабжения, в котором он подогревает слабоминерализованную термальную воду из апшеронского горизонта. Охлаждённый теплоноситель чокракского горизонта насосом 4 закачивался в реинжекционную скважину 8 и возвращался в чокракский пласт. Такая реинжекционная система в 1987–1989 годах была опробована на Кизлярском и Тернаирском месторождениях на самоциркуляционном режиме за счёт разности плотностей геотермальной воды [15].

На Кизлярском месторождении в 1980-х годах была обустроена скважина для совместно-раздельной добычи геотермальной воды (рис. 4). Теплоноситель чокракского горизонта 4 с температурой 115 °С с минерализацией 23 г/л с глубины 1000 м из скважины 1 поднимался к устью и в межтрубном пространстве нагревал слабоминерализованную воду (2,1 г/л) апшеронского горизонта с 48 до 85 °С при дебите 24 кг/с [1].

В Дагестане впервые в СССР была разработана технология переоборудования нефтяных скважин в геотермальные [5]. В те годы до трети эксплуатируемых в Дагестане геотермальных скважин были переоборудованы из ликвидированных нефтяных скважин.

В республике разработаны и применяются не только глубинные системы геотермального теплоснабжения (ГСТ), но и поверхностные, глубиной менее 400 м.

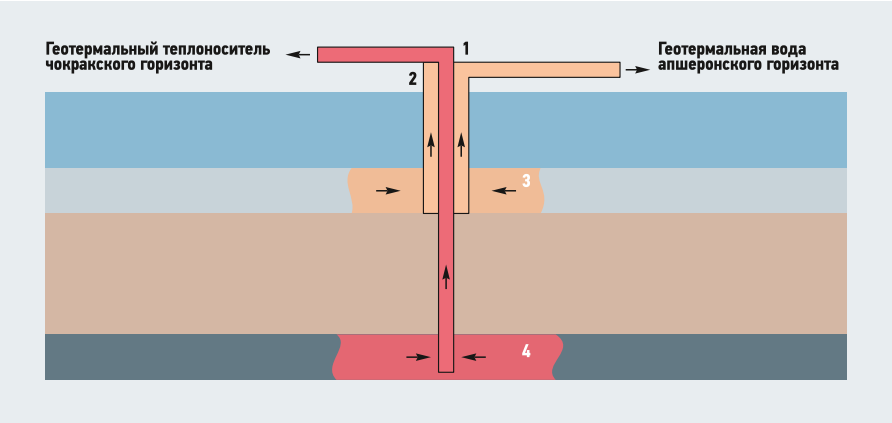


Рис. 4. Схема скважины-теплообменника (**1** — инжекционная скважина; **2** — межтрубное пространство; **3** и **4** — низко- и высокотемпературный водонапорные пласты)

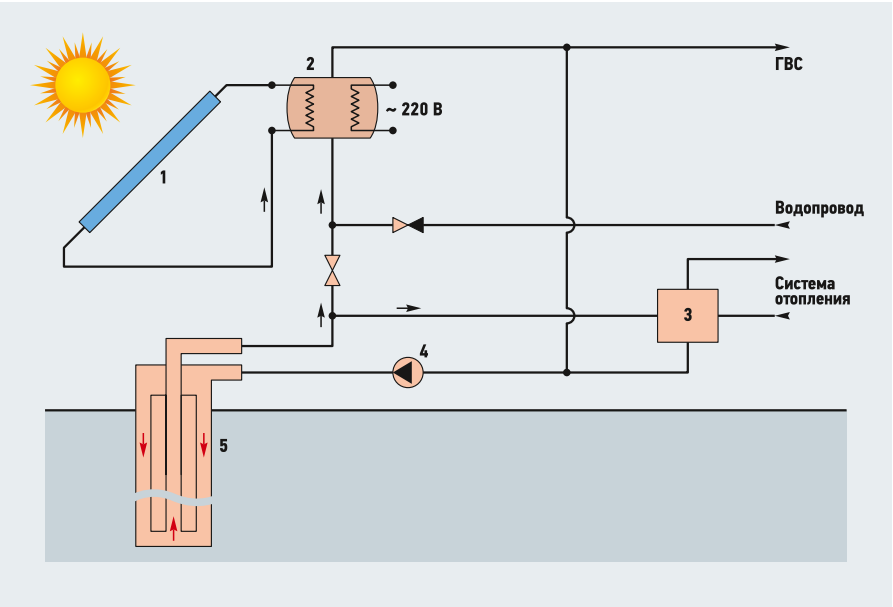


Рис. 5. Схема поверхностной ГСТ с солнечной водонагревательной установкой (**1** — СК; **2** — бак-аккумулятор; **3** и **4** — тепловой и циркуляционный насосы; **5** — скважина-теплообменник)

На рис. 5 представлена схема поверхностной системы геотермального теплоснабжения с солнечной водонагревательной установкой (гелиоустановкой) в городе Махачкале, мощностью 15 кВт. Установка обеспечивает восстановление теплового режима горных пород в межотопительный период [16]. Теплоноситель насосом 4 подаётся в скважину-теплообменник 5 глубиной 100 м и после нагрева теплом горных пород поступает в бак-аккумулятор 2 или в тепловой насос 3 мощностью 9,4 кВт.

В баке он при необходимости догревается до требуемой температуры теплоносителем солнечных коллекторов 1 или электронагревателем и подаётся на горячее водоснабжение. Теплоноситель из скважины-теплообменника 5 может также подаваться в тепловой насос 3 и после него — в систему отопления.

На примере опытной эксплуатации геотермальной системы было показано, что в зимнее время теплоснабжение объекта возможно осуществлять от скважины-теплообменника, а в летнее время — пополнять тепловую энергию горных пород теплоносителем гелиоустановки.

Специфика химического и газового составов геотермальных вод обуславливает необходимость разработки способов предотвращения коррозии и солеотложений оборудования и трубопроводов, а также очистку их при реинжекции по требованиям пластовых условий и нейтрализацию фенолов при сбросе в поверхностные водоёмы. В отличие от методов, применяемых в традиционной энергетике, изменяющееся динамическое, химическое, тепловое и газовое равновесие потребовало разработки новых химических и физических способов обработки воды в скважине.

Специфика составов геотермальных вод обуславливает необходимость разработки способов предотвращения коррозии и солеотложений трубопроводов

Из химических способов для поддержания значения геотермальной воды в диапазоне pH = 6,5–7,5 наилучшие результаты дало дозирование серной кислоты и полифосфатная обработка, комбинированная обработка гексаметафосфатом натрия (ГМ ФН) и силикатом натрия, а также добавление оксиэтилидендифосфоновой кислоты [16]. Наряду с вакуумной дегазацией широкое применение получила упрощённая схема с резким сбросом давления и осаждением солей в атмосферных баках.

Положительные результаты, полученные на Кизлярском и Тернаирском месторождениях, показали возможность использования магнитных и ультразвуковых аппаратов для защиты оборудования от солеотложений [16–19]. В этих работах были отмечены следующие проблемы: малая степень использования теплового потенциала скважин, отсутствие водоподготовки, низкая рентабельность, несовершенство схем систем геотермального теплоснабжения. Разработаны методика оценки экономической целесообразности геотермального теплоснабжения и структуры себестоимости термальной воды.

В Дагестане разработана технология очистки геотермальных вод от мышьяка и органических соединений, с доведением её качества до норм питьевой воды [20].

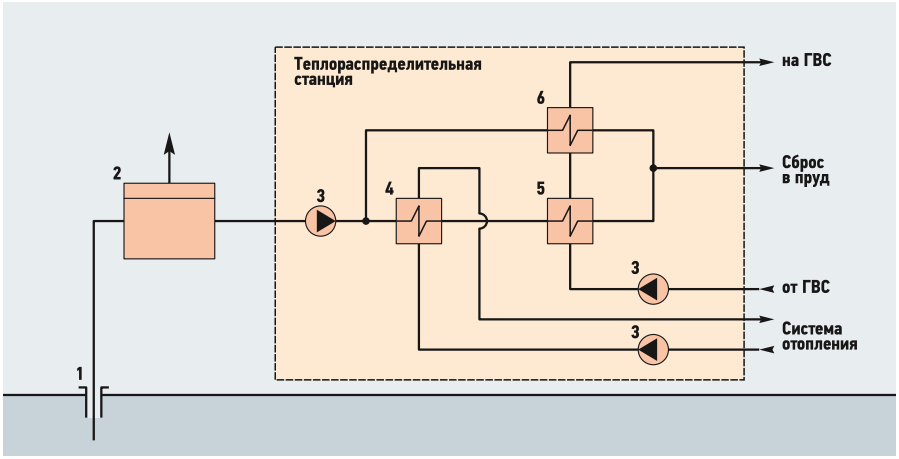


Рис. 6. Геотермальная система теплоснабжения Махачкалы (1 — геотермальная скважина; **2** — бак-дегазатор; **3** — насос; **4**, **5** и **6** — теплообменники систем отопления, ГВС 1-й и 2-й ступеней)

В настоящее время ведутся исследования по реализации следующих геотермальных проектов: развитие систем геотермального теплоснабжения в Махачкале и Кизляре; сооружение в городе Южно-Сухокумске опытной Дагестанской ГеоТЭС; создание энергобиологического комплекса на базе разведанных геотермальных месторождений Дагестана; создание Тернаирской геотермально-парогазовой системы бинарного типа; строительство предприятий по извлечению ценных компонентов из геотермальных рассолов.

Геотермальное теплоснабжение Дагестана

Геотермальное теплоснабжение в СССР впервые было начато по предложению С. А. Джамалова в центре Махачкалы [3]. Ликвидированная нефтяная скважина №27 была переоборудована в геотермальную и обеспечила теплоснабжение общественной бани. В 1951 году также в Махачкале была пробурена первая в СССР специальная геотермальная скважина №160 с дебитом 2000 м^3 в сутки с температурой на устье 63 °C при избыточном давлении 15 бар. Данная скважина до настоящего времени обеспечивает отопление и горячее водоснабжение прилегающих жилых и административных зданий. В 1953 году от скважин №№98 и 175 геотермальным отоплением были обеспечены здания Института физики и Института геологии Дагестанского филиала АН СССР [21].

Опыт геотермального теплоснабжения Дагестана был обобщён в монографии Б. А. Локшина «Использование геотермальных вод для теплоснабжения» [22], не потерявшей актуальности до настоящего времени, а также в Нормах проектирования ВСН 56–87 «Геотермальное теплоснабжение жилых и общественных зданий» [23], разработанных институтом ЦНИИЭП инженерного оборудования (город Москва).

В указанном труде были отмечены следующие проблемы: малая степень использования теплового потенциала скважин, отсутствие водоподготовки, низкая рентабельность, несовершенство схем геотермального теплоснабжения. Была разработана методика оценки экономической целесообразности геотермального теплоснабжения и структуры себестоимости термальной воды.

В последующие годы работы по этому направлению были продолжены сотрудниками Дагестанского филиала ЭНИН им. Г. М. Кржижановского (Г. Б. Бадавов, П. Н. Ригер). Сотрудником ДагЭНИН Г. Б. Бадавовым, в бытность его аспирантом Академии коммунального хозяйства (АКХ) им. К. Д. Памфилова под руководством к.т.н. В. А. Шмидта, в 1973–1980 годах была разработана и успешно апробирована в Махачкале прогрессивная система отопления жилых зданий с пиковым электрообогревом, которая впоследствии стала основной схемой теплоснабжения потребителей от термораспределительных станций в Махачкале и Кизляре [4, 24].

В настоящее время новые системы геотермального теплоснабжения в Дагестане разрабатываются в Институте проблем геотермии и возобновляемой энергетики и в ООО «Геоэкопром» [25].

В 2020 году в Дагестане ООО «Геоэкопром» эксплуатируются три основных геотермальных месторождения: Махачкала-Тернаирское, Кизлярское и Избербашское. В городах Махачкала, Кизляр и Избербаш имеются промысловые участки этого предприятия. Геотермальное теплоснабжение потребителей обеспечивается от восьми термораспределительных станций (общей установленной мощностью 35 МВт) и 60 км тепловых сетей.

Годовая реализация тепловой энергии составляет 148,1 тыс. МВт·ч (100 %), в том числе населению — 72 %, бюджетным организациям — 21,5 %, предприятиям — 6 %, транспортным организациям — 0,5 %. В настоящее время доля ООО «Геоэкопром» на рынке тепловой энергии Дагестана составляет 5,3 %.

В Махачкале с 1997 года эксплуатируются три термораспределительных станции от двух геотермальных скважин общей мощностью 13 МВт, которые отапливают 177 тыс. м² зданий и обеспечивают горячей водой 10 тыс. человек. На рис. 6 представлена принципиальная тепловая схема одной из этих ТРС. Из скважины 1 геотермальная вода подаётся в бак-дегазатор 2 и далее насосом 3 в теплообменники отопления и горячего водоснабжения 4, 5 и 6. При этом производится двухступенчатый подогрев ГВС. Общий годовой отпуск тепловой энергии по месторождению составляет 29,8 тыс. МВт·ч. На 2020 год тариф на геотермальное тепло в Махачкале установлен в размере 527 руб. за 1 МВт·ч.

В Кизляре с 1970 года эксплуатируются семь скважин и три ТРС общей установленной мощностью 20,7 МВт, в том числе пять скважин, разбурённых на чокракский горизонт глубиной 2900 м с температурой на устье 100 °С, с дебитом каждой 75–145 м³/ч, при давлении 7–10 бар, и две скважины на апшеронский горизонт глубиной 1000 м с температурой на устье 46 °С, дебитом каждой 25–100 м³/ч, при давлении 3,5 бар. Третья ТРС использует геотермальный теплоноситель чокракского горизонта.

Общая протяжённость геотермальных тепловых сетей Кизляра — 9 км, годовой отпуск тепловой энергии — 52,1 тыс. МВт·ч. Геотермальным отоплением обеспечивается 106 тыс. м² зданий (11,3 % жилого фонда города) при тарифе 206 руб. за 1 МВт·ч. На 2020 год тариф на геотермальное тепло в Кизляре был установлен в размере 168 руб. за 1 МВт·ч.

Геотермальное горячее водоснабжение Избербаша обеспечивается с 1967 года от десяти скважин при температурах на устьях 43–62 °С и соответствии ГОСТу на питьевую воду. В городе работают две ТРС общей мощностью 3,9 МВт. Общая протяжённость геотермальных тепловых сетей — 21,7 км, годовой отпуск тепловой энергии — 8800 МВт·ч. ТРС обеспечивают горячей водой 6000 человек. На 2020 год тариф на геотермальное тепло в Избербаше составлял 477 руб. за 1 МВт·ч.

Основной проблемой геотермального теплоснабжения при существующей системе тарифообразования является его низкая конкурентоспособность по сравнению с теплогенерацией на природном газе. Целесообразно разработать типовую комбинированную систему теплоснабжения, в которой базовая нагрузка обеспечивается геотермальным теплоносителем, а пиковая — традиционными газовыми котлами или электроэнергией [25].

Выводы

1. Дагестан из всех регионов России в геотермальном отношении является наиболее изученным. На 13 разведанных месторождениях пробурено 141 скважина. В 2019 году на четырёх основных геотермальных месторождениях Дагестана было добыто 3,8 млн м³ геотермальной воды с перспективой увеличения до 10 млн м³ геотермальной воды в год.

2. В регионе успешно освоены технологии создания геотермальных циркуляционных систем, комбинированного использования геотермальных теплоносителей разных геологических горизонтов. В Дагестане с 1980 года работает единственное в России специализированное научное учреждение — Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики (ИПГВЭ, филиал ОИВТ РАН), а добычей геотермальных вод и их реализацией занимается ООО «Геоэкопром».

3. Важнейшей научно-технической проблемой геотермальной энергетики России является создание экономически обоснованных геотермальных циркуляционных систем (ГЦС). На основании теоретических работ ИПГВЭ и опыта работы ООО «Геоэкопром» необходимо развивать геотермальное теплоснабжение и ГЦС в городах Кизляре и в Махачкале.

4. На основании анализа и обобщения 30-летнего опыта эксплуатации систем геотермального теплоснабжения Дагестана, в том числе тепловых, гидравлических режимов, коррозии и солеотложений трубопроводов и оборудования, необходимо разработать Нормы проектирования и эксплуатации систем геотермального теплоснабжения (СГТ).

5. Для Дагестана целесообразно разработать комплексную схему использования геотермальной энергии для теплоснабжения и холодного водоснабжения населённых пунктов, а также технологических установок по извлечению редкоземельных металлов.

1. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. — М.: Физматлит, 2008. 376 с.
2. Бутузов В.А. Геотермальное теплоснабжение: столетний опыт работы российских научных школ // Энергия: экономика, техника, экология, 2019. №5. С. 16–32.
3. Джамалов С.А., Левкович Р.А., Суетнов В.В. Тепло Земли и его практическое использование. — М.: Наука, 1965. 110 с.
4. Гаджиев А.Г., Султанов Ю.И., Ригер П.Н. и др. Геотермальное теплоснабжение. — М.: Энергоатомиздат, 1984. 120 с.
5. Бадавов Г.Б. Достижения и перспективы развития геотермального производства в Республике Дагестан // Малая энергетика, 2013. №1–2. С. 98–101.
6. Курбанов М.К. Гидротермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. — М.: Наука, 2001. 260 с.
7. Магомедов К.М. Теоретические основы геотермии. — М.: Наука, 2001. 277 с.
8. Натанов Х.Х. Подготовка геотермальных вод к использованию. — М.: Стройиздат, 1980. 80 с.
9. Комков Ю.М. Из плеяды творцов и созидателей. — Махачкала: Типогр. ДНЦ РАН, 2008. 128 с.
10. Алиев М.Г., Омаров М.А. Основные научно-технические и практические задачи развития геотермального теплоснабжения в СССР / Сб. науч. трудов ВНИПИгеотерм и ВНИИЭгазпром. — М., 1985. С. 3–11.
11. Генеральная схема освоения ресурсов термальных вод в СССР до 2000 года / Под ред. М.Г. Алиева. Отчёт ВНИПИгеотерм: ГР №01840074899, инв. №02850047479. — Махачкала, 1984.
12. Правила разработки месторождений теплоэнергетических вод (ПБ 07-599–03) [Электр. текст]. Госгортехнадзор России. Режим доступа: goshelp.ru. Дата обращ.: 20.03.2019.
13. Васильев В.А. Поваров О.А. Разаренов В.П. Состояние и перспективы развития геотермальной энергетики в России / Проблемы развития геотермальной энергетики в странах СНГ и деятельность Международного геофонда: Мат. семинара Геофонда. Ноябрь 2003. — М.: ЭНИН, 2003. С. 95–104.
14. Алхасов А.Б., Алхасова Д.А., Рамазанов А.Ш., Каспарова М.А. Перспективы освоения высокотемпературных ресурсов Тарумовского геотермального месторождения // Теплоэнергетика, 2016. №6. С. 25–30.
15. Алишаев М.Г., Гайдаров Г.М., Каспаров С.А., Курбанов М.К., Рамазанов Ю.М. Самоциркулирующая геотехнологическая система / Народно-хозяйственные и методологические проблемы геотермии: Мат. Всесоюз. конф. — Махачкала, 1984. С. 21–25.
16. Освоение низкопотенциального геотермального тепла / А.Б. Алхасов, М.Г. Алишаев и др.; под ред. В.Е. Фортова. — М.: Физматлит, 2017. 277 с.
17. Угрехелидзе Г.П., Николаев В.А. Периодическая обработка поверхностей теплообмена ОЭДФК для предотвращения карбонатных отложений // Теплоэнергетика, 1993. №4. С. 59–62.
18. Абдуллаев А.Н., Бадавов Г.Б. Защита скважины от солеотложения при одновременно-раздельной эксплуатации многопластовых месторождений геотермальных вод / Термомеханика геотермальных систем: Сб. науч. трудов ИПГ Даг. филиала АН СССР. — Махачкала: ИПГ Даг. филиала АН СССР, 1990. С. 51–56.
19. Слесаренко В.В., Васильев В.В. Особенности применения гидромагнитных аппаратов в системах водоподготовки // Энергосбережение и водоподготовка, 2005. №5. С. 21–24.
20. Алхасов А.Б. Технология комплексного освоения геотермальных ресурсов Северо-Кавказского региона // Теплоэнергетика, 2018. №3. С. 31–35.
21. Джамалов С.А. Использование термальных вод Дагестана в народном хозяйстве / Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли: Труды I Всесоюз. совещ. по геотермическим исследованиям (март 1956). Т. II. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 290–295.
22. Локшин Б.А. Использование геотермальных вод для теплоснабжения. — М.: Стройиздат, 1974. 148 с.
23. Нормы проектирования ВСН 56–87. Геотермальное теплохладоснабжение жилых и общественных зданий. — М.: Стройиздат, 1989. 50 с.
24. Султанов Ю.И., Ригер П.Н., Бадавов Г.Б., Мейланов А.Ш. Опыт эксплуатации и пути повышения эффективности геотермальных систем теплоснабжения (на примере Дагестанской АССР) / Альтернативные источники энергии: Мат. советско-итальянского симпозиума (апрель 1982). Ч. III: Использование геотермальной энергии. — М.: Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского, 1983. С. 157–165.
25. Алхасов А.Б., Алиев Р.М., Бадавов Г.Б. Перспективы освоения геотермальных ресурсов Дагестана / Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов: Мат. XI Школы молодых учёных им. Э.Э. Шпильрайна. — Махачкала: Изд-во «Алеф», 2018. С. 77–87.

PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

Increasing the efficiency of coagulation in wastewater treatment processes. Pp. 14–17.

Ev. V. Alekseev, Doctor of Technical Sciences, Professor, the Department of Water Supply and Water Disposal, National Research University Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. Majcen A. Le Marechal, B. Krianec, S. Vajnhandl, J. Volmajer. Textile finishing industry as an important source of organic pollutants. Organic pollutants ten years after the Stockholm Convention — Environmental and Analytical Update. InTech. 2012. Pp. 26–54.
2. E.V. Alekseev. *Jekologicheskie aspekty ochistki stochnyh vod, soderzhashhih biologicheski stojkie organicheskie veshhestva* [Environmental aspects of wastewater treatment containing biologically persistent organic substances]. *Voda i jekologija: problemy i reshenija* ["Water and ecology: problems and solutions" Magazine]. 2015. No. 4. Pp. 68–79. [In Russian]
3. C. Zaharia, D. Suteu. Textile organic dyes characteristics, polluting effects and separation/elimination procedures from industrial effluents — a critical overview. Organic pollutants ten years after the Stockholm Convention — Environmental and Analytical Update. InTech. 2012. Pp. 55–86.
4. J. Sojkaledakowicz, T. Koprowski, W. Machnowski, H. Knudsen. Membrane filtration of textile dyehouse wastewater for technological water reuse. Desalination. 1998. Vol. 119. Issues 1–3. Pp. 1–10.
5. Chandrakant R. Holkar, Ananda J. Jadhav, Dipak V. Pinjari, Naresh M. Mahamuni, Aniruddha B. Pandit. A critical review on textile wastewater treatments: Possible approaches. Journal of Environmental Management. 2016. Vol. 182. Pp. 351–366.
6. T. Gonzalez, J. Dominguez, J. Beltran-Heredia, H. Garcia, F. Snachez-Lavado. Aluminum sulfate as coagulant for highly polluted cork processing wastewater: evaluation of settleability parameters and design of a clarifier-thickener unit. Journal of Hazardous Materials. 2007. Vol. 148. Pp. 6–14.
7. M.M. Michel, M. Tytkowska, L. Reczek, Y. Trach, T. Siwiec. Technological conditions for the coagulation of wastewater from cosmetic industry. Journal of Ecological Engineering. 2019. Vol. 20. Issue 5. Pp. 78–85.
8. E.L. Sedova, K.R. Voroncov, S.A. Burkova. *Vlijanie uslovij koaguljacionnoj obrabotki na jeffektivnost' ochistki ligninsoderzhashhej stochnoj vody po dannym planirovannogo jeksperimenta* [Influence of conditions of coagulation treatment on the efficiency of purification of lignin-containing waste water according to the data of the planned experiment]. *Lesnoj zhurnal* [Journal of forestry management of the Russia Federation]. 2019. Issue 4. Pp. 159–167. [In Russian]
9. Alekseev E.V. *Principy protivotochnogo ispol'zovanija reagentov v tehnologii ochistki stochnyh vod* [Principles of countercurrent use of reagents in wastewater treatment technology]. *Vodosnabzhenie i kanalizacija* ["Water supply and sewerage" Magazine]. 2010. No. 6. Pp. 62–68. [In Russian]
10. Z. Al-Qodah. Adsorption of dyes using shale oil ash. Water Research. 2000. No. 34. Pp. 4295–4303.
11. Mona A. Abdel-Fatah, H.O. Sherif, Fatma Agour, S.I. Hawash. Textile wastewater treatment by chemical coagulation technology. Global Journal of Advance Engineering Technology and Sciences. 2015. No. 2. Pp. 20–28.
12. F. Ayari, E. Srasra, M. Trabelsi-Aydi. Low-cost adsorbents for a dye uptake from contaminated water modeling of adsorption isotherms: the Langmuir, Freundlich and Elovich models. Surface Engineering and Applied Electrochemistry. 2008. No. 6. Pp. 76–86.

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

Development and research of seasonal heat and cold storage for building energy supply system. Pp. 39–44.

Ildar A. Sultanguzin, Doctor of Technical Science, Professor, National Research University "Moscow Power Engineering Institute" (NRU "MPEI"); **Bogdan A. Khristenko**, postgraduate student, NRU "MPEI"; **Vladislav Yu. Chaykin**, master student, NRU "MPEI"; **Tatyana V. Yatsyuk**, architectural engineer, "Agency of project consulting "Sodeistvie", LLC; **Dmitry A. Kruglikov**, master, postgraduate student, NRU "MPEI"; **Yuri V. Yavorovsky**, PhD, Head of Industrial Thermal Engineering Systems Department, NRU "MPEI"; **Andrey N. Nechaev**, general director, "TNS", LLC; **Alexey V. Skorobatyuk**, general director, "New Polus" LLC

1. V.V. Fajst. *Osnovnye polozhenija po proektirovaniju "passivnyh domov"* [Basic provisions for the design of passive houses]. Moscow. *OOO "Kontrprint"* ["Contrprint" LLC]. 2015. 144 p. [In Russian]
2. B.A. Nikolaev. *Pervyj "aktivnyj dom"* [The first active house]. *Tochka opory* ["Pivot point" Russian business magazine]. June 2015. No. 198. Pp. 8–11. [In Russian]
3. I.A. Sultanguzin, U. Shjutc, I.D. Kaljakin, A.V. Govorin, Ju.V. Javorovskij, E.V. Zhigulina, V.G. Hromchenkov, A.A. Malahova, B. Lancke, A. Damen. *Raschjot, stroitel'stvo i obsledovanie fasada jenergojeffektivnogo doma* [Calculation, construction and inspection of the facade of an energy efficient house]. *Stroitel'stvo i rekonstrukcija* ["Construction and reconstruction" Magazine]. 2017. No. 4. Pp. 110–118. [In Russian]
4. B. Hill. Passive house development in Russia. III World Summit Smart Energy Russia. Kazan, Russia. March 26–27, 2019. 95 p.
5. J. Clarke, S. Colclough, P. Griffiths, J.T. Jr. McLeskey. A passive house with seasonal solar energy store: in situ data and numerical modelling. International Journal of Ambient Energy. 2014. Vol. 35. Pp. 37–50.

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

6. C. Good, I. Andersen, A.G. Hestnes. Solar energy for net zero energy building: A comparison between solar thermal, PV and photovoltaic thermal (PV/T) systems. Solar Energy. 2015. Vol. 122. Pp. 986–996.
7. A.V. Butuzov, V.V. Butuzov. *Ispol'zovanie solnechnoj jenergii dlja proizvodstva teplovoj jenergii* [Use of solar energy for the production of thermal energy]. Moscow. *Intehjenergo-Izdat*; *Teplojenergetik* ["Intekhenergo-Publishing"; "Heat power engineer" Publishers]. 2015. 304 p. [In Russian]
8. O. Kazanci, M. Skrupskelis, B. Olesen, G. Pavlov. *Zdanie s nulevym balansom jenergopotreblenija* [Building with a zero balance of energy consumption]. *Zdanija vysokih tehnologij* ["High technology buildings" Magazine]. Summer 2013. Pp. 24–35. [In Russian]
9. I.A. Sultanguzin, I.D. Kalyakin, A.V. Govorin, B.A. Khristenko, Yu.V. Yavorovsky. Optimization of the energy efficient active house. 3. Ingenieurtag 2016. Der Fakultät Maschinenbau, Elektro- und Energiesysteme. GUS- und Osteuropatag. NESEFF-Netzwerktreffen 2016. Brandenburgische Technische Universitat Cottbus-Senftenberg. Cottbus, Germany. November 14–15, 2016. Pp. 8–12.
10. V.A. Petrov, V.Ju. Chajkin, B.A. Hristenko, I.D. Savickij, I.A. Sultanguzin, E.A. Demidov, A.N. Nechaev, A.V. Skorobatjuk. *Perspektivy razvitija inzhenernoj sistemy jenergojeffektivnogo doma* [Prospects for the development of an energy efficient home engineering system]. *Jenergosberezhenie — teorija i praktika: Trudy X Mezhd. shkoly-seminara molodyh uchenyh i specialistov* [Energy saving: theory and practice. Proc. of the X International School-Seminar for Young Scientists and Specialists]. Moscow. *NIU "MJeI"* [National Research University "Moscow Power Engineering Institute"]. October 19–23, 2020. Kursk. *Izd-vo "Universitetskaja kniga"* ["University book" Publishers]. 2020. Pp. 66–72. [In Russian]
11. R. Yumrutas, M. Unsal. Energy analysis and modeling of a solar assisted house heating system with a heat pump and an underground energy storage tank. Solar Energy. 2012. Vol. 86. Pp. 983–993.
12. W. Villasmil, L.J. Fischer, J. Worlitschek. A review and evaluation of thermal insulation materials and methods for thermal energy storage systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2019. Vol. 109. Pp. 71–84.
13. D. Carbonell, D. Philippen, M.Y. Haller, E. Frank. Development and validation of mathematical model for ice storages with heat exchangers that can be de-iced. Solar World Congress 2013. The International Solar Energy Society (ISES). Cancún, Mexico. 2013. Pp. 2342–2352.
14. *Rekomendacii po proektirovaniju i montazhu sistemy Vitofriocal* [Recommendations for the planning and installation of the Vitofriocal system]. Viessmann Climate Solutions SE. Moscow. 2018. 40 p. [In Russian]
15. B.A. Hristenko. *Proektirovanie l'doakkumuljatora i vnedrenie tehnologii v sistemu teplosnabzhenija sushhestvujushhego ob#ekta: Magis. diss.* [Designing an ice storage device and introducing technology into the heat supply system of an existing facility. Final work for the Master's qualification]. Moscow. *NIU "MJeI"* [National Research University "Moscow Power Engineering Institute"]. 2020. 87 p. [In Russian]
16. B.A. Hristenko, D.A. Kruglikov, V.Ju. Chajkin, V.A. Petrov, I.A. Sultanguzin. *Proektirovanie l'doakkumuljatora i vnedrenie tehnologii v sistemu teplosnabzhenija zdanija* [Designing an ice storage device and introducing technology into the building's heat supply system]. *Jenergosberezhenie — teorija i praktika: Trudy X Mezhd. shkoly-seminara molodyh uchenyh i specialistov* [Energy saving: theory and practice. Proc. of the X International School-Seminar for Young Scientists and Specialists]. Moscow. *NIU "MJeI"* [National Research University "Moscow Power Engineering Institute"]. October 19–23, 2020. Kursk. *Izd-vo "Universitetskaja kniga"* ["University book" Publishers]. 2020. Pp. 173–179. [In Russian]
17. Ju.V. Javorovskij, I.A. Sultanguzin, D.A. Kruglikov, I.D. Kaljakin, T.V. Yatsyuk. *Sravnenie rezul'tatov jenergeticheskogo modelirovanija zhilogo doma s pomoshh'ju raznyh programmnyh sredstv* [Comparison of the results of energy modeling of a residential building using different software]. *Vestnik MJeI* [Bulletin of Moscow Power Engineering Institute]. 2020. No. 3. Pp. 31–39. [In Russian]
18. I.A. Sultanguzin, D.A. Kruglikov, Ju.V. Javorovskij, E.V. Zhigulina, I.D. Kaljakin, A.V. Govorin, T.V. Yatsyuk, A.I. Barten'ev, V.G. Hromchenkov. *Primenenie BIM-, BEM- i CFD-tehnologij dlja proektirovanija, stroitel'stva i jekspluatacii jenergojeffektivnogo doma* [Application of BIM, BEM and CFD technologies for the design, construction and operation of an energy efficient house]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2019. No. 9. Pp. 36–42. [In Russian]
19. T.V. Yatsyuk, I.A. Sultanguzin, V.Ju. Chajkin, D.A. Kruglikov, Ju.V. Javorovskij, B.A. Hristenko. *BIM-modelirovanie dlja zhiznennogo cikla zdanija: realii sovremennosti i potrebnosti razvitija v Rossii* [BIM modeling for the life cycle of a building: modern realities and development needs in Russia]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2021. No. 2. Pp. 30–39. [In Russian]
20. D.A. Kruglikov. *Sovremennyj kompleksnyj podhod k proektirovaniju, stroitel'stvu i jekspluatacii jenergojeffektivnyh domov na osnove BIM-, BEM- i CFD-tehnologij: Magist. diss.* [A modern integrated approach to the design, construction and operation of energy efficient houses based on BIM, BEM and CFD technologies. Final work for the Master's qualification]. Moscow. *NIU "MJeI"* [National Research University "Moscow Power Engineering Institute"]. 2019. 142 p. [In Russian]
21. U. Fischer, D. Tannert, A. Voigt, Ch. Ziems, H.-J. Krautz. Renewable energy storage by hydrogen production from water electrolysis. Technical and Economic Aspects of Renewable Energies — Know-How Transfer as Development Opportunity for Southern Europe. Berlin, Germany. 2016. Pp. 118–126.
22. V. Sidorovich. *Avtonomnyj dom — solnechnaja jelektrostancija pljus vodorod* [Autonomous house — solar power plant plus hydrogen]. "RenEn". December 22, 2016. Web-source: renen.ru. Access data: February 12, 2021. [In Russian]
23. M.L. Sweet, J.T. Jr. McLeskey. Numerical simulation of underground seasonal solar thermal energy storage (SSTES) for a single family dwelling using TRNSYS. Solar Energy. 2012. Vol. 86. Pp. 289–300.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

RENWEX

«Возобновляемая энергетика и электротранспорт»

22–24 ИЮНЯ 2021

**Россия, Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»,
павильон №3**

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Развитие розничного рынка ВИЭ и необходимых технических решений
- Нормативное регулирование ВИЭ
- Использование ВИЭ для энергоснабжения удаленных и изолированных потребителей
- H_2 Развитие водородной энергетики
- Использование биотоплива и утилизация отходов
- Международный опыт развития возобновляемой энергетики
- Цифровизация современной энергетики
- Развитие систем накопления энергии для промышленных потребителей и домохозяйств
- Развитие электротранспорта и сопутствующей инфраструктуры

Реклама 12+

www.renwex.ru

При поддержке: МИНПРОМТОРГ РОССИИ; euro solar russia; АРВЭ Ассоциация развития возобновляемой энергетики; АСЭ

Под патронатом: ТПП РФ

Организатор: ЭКСПОЦЕНТР

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

ufi Approved Event

КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ

BOILERS AND BURNERS

Санкт-Петербург

Дата проведения уточняется

X Международный конгресс

Энергосбережение и энергоэффективность – динамика развития

ОРГАНИЗАТОР: FarEXPO

Тел.: +7(812) 777-04-07; 718-35-37 st@farexpo.ru www.farexpo.ru

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1, павильон G

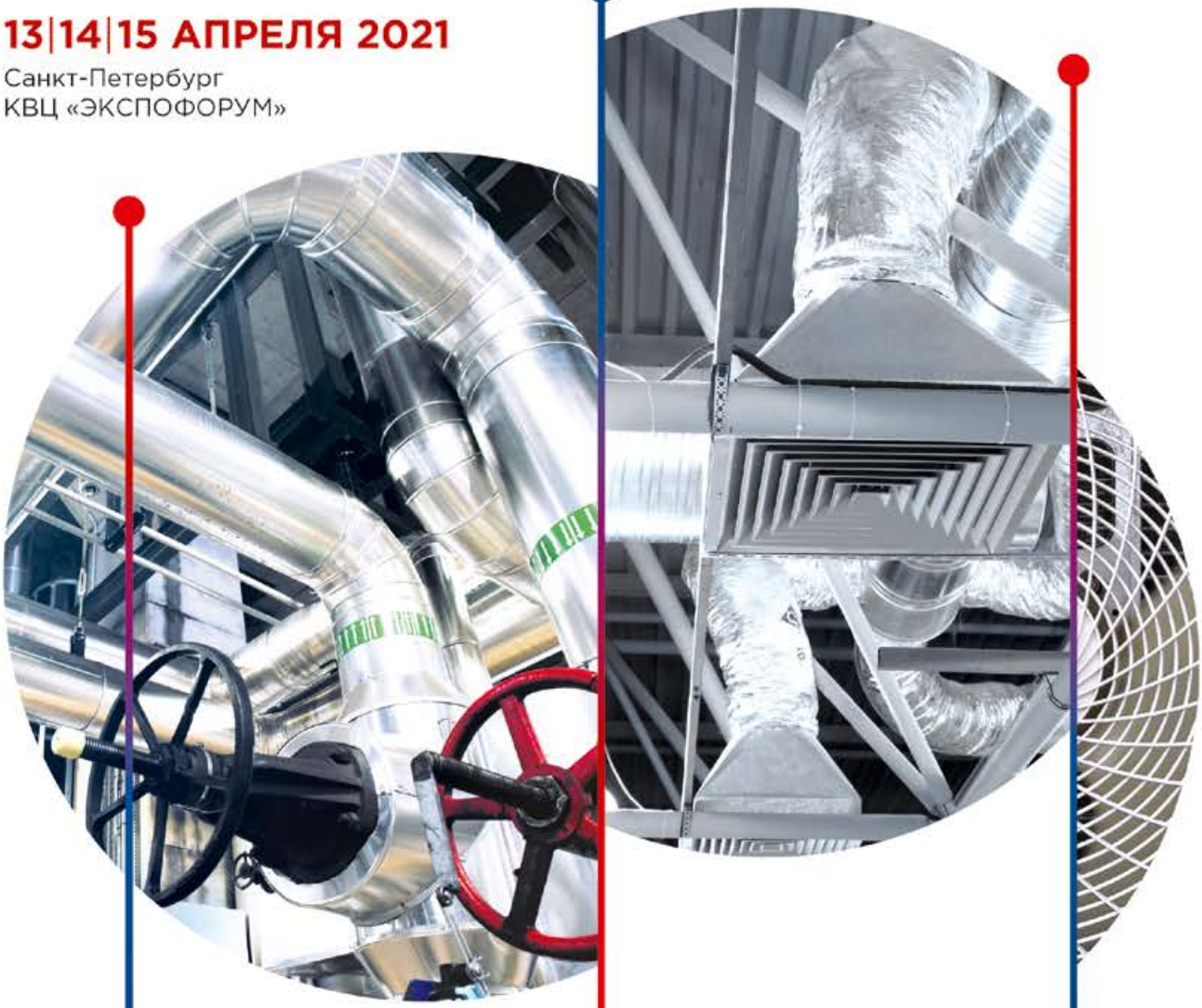
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР: АВОК Вентиляция Отопление Кондиционирование

Engineerica

Международная выставка
оборудования для отопления,
водоснабжения, вентиляции
и климатических систем

13|14|15 АПРЕЛЯ 2021

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



- Отопление
- Вентиляция
- Кондиционирование
- Водоснабжение

Получите бесплатный
электронный билет на сайте
engineerica.ru,
используя промокод **engi-cok**

Международная
Выставочная
Компания

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

+7 (812) 380 6014/00
engineerica@mvk.ru

12+

Kiturami

СДЕЛАНО В КОРЕЕ

15 -35 кВт

17 – 35 кВт

- Настенные газовые котлы
- Напольные газовые котлы
- Пеллетные котлы
- Твердотопливные котлы
- Дизельные котлы

58 - 465 кВт

28 - 52 кВт

15-35 кВт

www.kituramirus.com

8 800 707 25 02

Реклама.