

10

О «фасонных
деталях» и борьбе
с коррозией



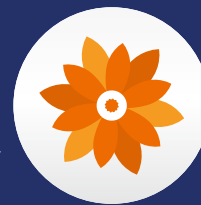
22

Проектирование
теплосетей
для Арктики



44

Пассивный дом
в Дармштадте
спустя 30 лет



56

Биомасса
в электро-
и теплоснабжении

NAVIEEN

Котлы из Кореи. Созданы для комфортной жизни



THINK LIVING AND ENVIRONMENT
FOR A BETTER TOMORROW

26-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
бытового и промышленного оборудования для отопления,
водоснабжения, инженерно-сантехнических систем, вентиляции,
кондиционирования, бассейнов, саун и спа

0+

aqua THERM MOSCOW

15–18 февраля 2022
Крокус Экспо, Москва

Для бесплатного прохода
на выставку зарегистрируйтесь
на сайте: aquatherm-moscow.ru



Промокод: **СОК**

Организаторы

RX In the business of
building businesses



Специализированные разделы

WORLD OF
WATER & SPA



AIRVent

Официальное награждение победителей
состоится 17 февраля 2022, в Москве, Крокус Экспо
в рамках выставки Aquatherm Moscow



AQUATHERM MOSCOW AWARDS 2022

Подайте заявку
на участие в Международной
отраслевой Премии
на сайте выставки
aquatherm-moscow.ru



Благодаря экспертному совету, в составе которого признанные профессионалы индустрии, вы получите объективную сравнительную оценку своего продукта и авторитетно заявите о его конкурентных преимуществах и триумфе вашего бизнеса.

В фокусе Aquatherm Moscow Awards 2022 инновационные технологии, энергоэффективные решения, новые бизнес-решения, ESG-стратегии компаний, промышленное производство, импортозамещение, креативные маркетинговые идеи.



[Как пандемия повлияла на отечественный отопительный рынок](#)

В ходе интервью представителю журнала СОК директор по маркетингу компании ООО «Навиен Рус» Никита Голубев отметил, что, учитывая сохраняющиеся ограничения в передвижениях, туризме, сфере развлечений, экономика должна консолидироваться вокруг инфраструктурных проектов и строительства...

8



[Потребление электроэнергии при транспортировке воды по напорным трубопроводам](#)

Задача оценки влияния температуры на потребление электрической энергии при транспортировке воды по напорным трубам состоит в комплексном подходе. Он включает проведение стендовых гидравлических экспериментов по определению коэффициента гидравлического трения и другие операции.

14



[Реновация газовых котельных с сохранением проектного решения](#)

Реновация газовых котельных — обновление оборудования с сохранением проектного решения — сравнительно лёгкий способ получить современную отопительную систему. Как выглядит реновация в реальной жизни? Обратимся к опыту «Хаустека», одной из ведущих инженеринговых компаний Подмосковья.

38



[Первый в мире пассивный дом: качество основных компонентов спустя 25 лет](#)

Сегодня — рассказ о первом пассивном доме в мире, построенном в городе Дармштадте (Германия) в 1991 году. Ключевая идея пассивного дома заключается в следующем: все потери тепла через оболочку здания и вентиляцию сокращаются настолько, что активная система отопления больше не требуется...

44



[Геотермальная энергетика: всемирный обзор 2020](#)

Обобщены основные достижения стран, которые ввели в эксплуатацию новые геотермальные электростанции с 2015 по 2019 годы. Во всех случаях информация, представленная в статье, была взята из официальных документов Country Update, представленных на Мировых геотермальных конгрессах (WGC), и дополнена прочей профессиональной информацией.

66



[Разработка методики определения класса энергоэффективности](#)

Авторами рассматриваются проблемы повышения класса энергоэффективности за счёт внедрения разработанных технологий, существующих методов и способов по полученным результатам натурных и инструментальных обследований зданий управления складской дистрибуции, на примере ПАО «Уралкалий».

75

Учредитель и издатель

ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»
(адрес: 143085, Московская обл., Одинцовский р-н,
раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2)

Директор

Константин Михасев

Главный редактор

Александр Николаевич Гудко

Технические редакторы

Сергей Брух, Александр Говорин

Руководитель отдела рекламы

Татьяна Пучкова

Ответственный секретарь

Ольга Юферева

Дизайн и верстка

Роман Головкин

Редакционная коллегия

Председатель:

С.Д. Варфоломеев, член-корр. РАН, д.х.н., проф., ИБХФ РАН

Сопредседатели:

А.С. Сигов, акад. РАН, д.ф.-м.н., проф., МИРЭА

Ю.Ф. Лачуга, акад. РАН, член презид. РАН, д.т.н., проф.

Заместитель председателя:

И.Я. Редько, д.т.н., проф., ИБХФ 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»

М.В. Бодров*, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО ННГАСУ

А.Б. Невзорова, д.т.н., доцент, БелГУТ

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. Шерязов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО УрГУ

А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ

Секция «ВИЭ»

В.В. Елистратов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО СПбГПУ

П.П. Безруких, д.т.н., акад.-секр. секции «Энергетика» РИА

В.А. Булузов, 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, акад. РИА

Секция «Биоэнергетика»

Р.Г. Васильев*, д.б.н., проф., президент ОБР

Ю.Ф. Лачуга, акад. РАН, член презид. 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

* 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.

Подписной индекс: П1895.

Перепечатка фотоматериалов и статей допускается лишь с письменного разрешения редакции и с 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» (адрес: 170518, Тверская обл., Калининский р-н, с. Никольское, д. 26)

Тираж 15 000 экз. Цена свободная.

Выпуск № 240 (12/2021). Дата выхода: 10.01.2022.

С.О.К.® — зарегистрированный торговый знак.

ISSN 1682-3524

Новости

4

Интервью

[«Превзошли ожидания». Как пандемия повлияла на российский отопительный рынок и рост продаж котлов NAVIEN](#)

8

Сантехника и водоснабжение

[Вечная борьба с коррозией: от асфальтирования до EVONH](#)

10

[Влияние температурного фактора на потребление электроэнергии при транспортировке воды по напорным трубопроводам](#)

14

[Проекты года. Надёжные инженерные системы для апарт-отеля «YE'S Технопарк»](#)

20

Отопление и ГВС

[Особенности проектирования наружных тепловых сетей в Арктической зоне](#)

22

[Проекты года. Современные решения с конденсационными котлами для каскадных котельных в «Русской Европе»](#)

26

[Проекты года. Как реализовать котельную в курортной зоне?](#)

28

[Проекты года. Тепловой насос для детского сада](#)

31

[Проекты года. Обустройство крышных котельных для второй очереди офисного парка Comcity. фаза «Браво»](#)

34

[Проекты года. Тепло и горячая вода для загородной резиденции консульства Японии во Владивостоке](#)

36

[Проекты года. Бархатная реновация](#)

38

Кондиционирование и вентиляция

[Climate World Expo 2022: уже скоро](#)

41

[«ВЕЗА»: надёжность и качество — превыше всего](#)

42

Энергосбережение и ВИЭ

[Первый в мире пассивный дом в городе Дармштадте \(Германия\): качество основных компонентов спустя 25 лет](#)

44

[Проблемы и пути снижения энергоёмкости на промышленных предприятиях и регионах РФ: достижения Пермского края](#)

53

[Энергия биомассы в электро- и теплоснабжении России](#)

56

[Автономное энергоснабжение автоматизированных газораспределительных станций нового поколения](#)

58

[Геотермальная энергетика: всемирный обзор 2020. Часть 1](#)

66

[Разработка методики определения класса энергоэффективности и мероприятий по повышению энергоэффективности зданий](#)

75

References

78

Одной строкой

Известный немецкий производитель отопительной техники Buderus теперь ассоциируется не только с визуальным фирменным стилем, но и с собственным звуком. Потребителям хорошо знаком квадратный логотип Buderus тёмно-синего цвета — теперь Buderus решил задействовать силу звука, чтобы ещё точнее отразить характер компании. В преддверии нового 2022 года Buderus презентует звуковой логотип — аудиоряд, который воплощает все качества бренда в звуке.



Правительство Великобритании выделило £9,4 млн на первый проект по производству и хранению газообразного водорода на крупнейшей ветряной мельнице в стране, сообщило Министерство бизнеса, энергетики и промышленной стратегии Великобритании (BEIS).



Китайский гигант Xiaomi Corp. построит в Пекине завод по производству электромобилей, способный производить 300 тыс. автомобилей в год. Планируется, что первый электромобиль Xiaomi выйдет на дороги Китая в 2024 году. Завод Xiaomi в пригороде Пекина (в Ичжуане) будет строиться в два этапа. Каждый этап производства рассчитан на выпуск 150 тыс. электромобилей в год.

Компания LM Wind Power, дочернее подразделение GE Renewable Energy, планирует к концу десятилетия прекратить отправку на свалки производственных отходов или упаковки.

MES Micromotors Switzerland (MES S.A.) и Shuft HVAC Technologies подписали соглашение о стратегическом партнёрстве. Организации собрали свой опыт и ценности в единый производственный процесс и планируют создать установку, которой бы пользовались девяти из десяти предприятий в Российской Федерации.

«БДР Термия Рус»

Power HT+: горячее обновление



На смену Power HT от «БДР Термия Рус» пришло новое поколение напольных одноконтурных конденсационных газовых котлов, которые уже успели себя успешно зарекомендовать на европейском рынке. Новые модели Power HT+ стали экономичнее, при этом сохранили все преимущества этой серии котлов, такие как надёжность, компактность, доступность, модульная автоматика и большой выбор доступных аксессуаров для установки в каскаде.

Все котлы серии Power HT+ оснащены съёмной панелью управления с многострочным дисплеем и сочетают в себе простоту установки и эксплуатации. В этом поколении модельный ряд расширен котлами мощностью 200 и 250 кВт. Они позволяют оптимизировать общую стоимость котельной и сделать её компактной. В отличие от старой линейки котлы Power HT+ выполнены в белом корпусе. Производство котлов серии Power HT+ расположено в Италии в городе Бассано-дель-Граппа (провинция Виченца, Венеция). Отопительные котлы Power HT+ предлагаются для объектных поставок и призваны решать вопросы теплоснабжения средних и малых объектов строительства: автотехцентров, физкультурно-оздоровительных комплексов, офисных зданий, а также частных коттеджей. Для наших партнёров действует программа защиты проектов. Котлы Power HT+ отличаются широким мощностным рядом от 50 до 250 кВт. Штатная автоматика полностью идентична настенным газовым конденсационным котлам BAXI Luna Duo-tec MP+.

ROLS ISOMARKET

ROLS ISOMARKET вывел на рынок уникальную теплоизоляцию Energomax®



В год столетнего юбилея технической теплоизоляции компания ROLS ISOMARKET вывела на рынок уникальный теплоизоляционный материал третьего поколения — Energomax® с закрытой ячеистой структурой из вспененного полиолефинового пластомера (polyolefin plastomer, POP). Материал разработан для применения в системах отопления, водоснабжения, вентиляции, кондиционирования и в холодильных системах.

Energomax® изготавливается из новейшего полимера и поэтому сочетает в себе преимущества двух самых распространённых теплоизоляционных материалов:

- долговечность, прочность, морозостойкость и низкое дымообразование полиэтилена;
- гибкость каучука.

Energomax® обладает превосходными теплоизоляционными свойствами в широком температурном диапазоне, низкими водопоглощением и паропроницаемостью. Energomax® пластичен и хорошо склеивается, может подвергаться термической сварке с образованием прочных и герметичных швов, что делает его монтаж технологичным и быстрым. Energomax® нетоксичен, экологически безопасен, полностью поддаётся вторичной переработке.

Материал изготавливается в виде труб и листов.



ВМ-форум

На пути к BIM и TIM: итоги V международного BIM-форума



8–9 декабря при отраслевой информационной поддержке журнала СОК в Москве прошёл V ежегодный международный BIM-форум. Мероприятие стало одним из самых крупных в России по тематике информационного моделирования — оно собрало больше 2000 участников. Центральной темой мероприятия стал переход на обязательное применение информационного моделирования в сфере строительного госзаказа с 1 января 2022 года. В первый день официальные представители регулирующих органов выступили с докладами, посвящёнными перспективам и рискам, которые несёт участникам государственного строительного рынка начало 2022 года. На практических примерах было показано, как формируются технические задания. Непосредственные разработчики отечественного программного обеспечения рассказали о своих продуктах. Кроме того, были рассмотрены основные проблемы и ошибки при реализации TIM-проектов.

Во второй день форума докладчики рассказывали о своей практике использования BIM-технологий. Участники узнали о самом передовом опыте применения BIM в строительстве, ознакомились с особенностями информационного менеджмента. Большой интерес у аудитории вызвали практические примеры использования BIM непосредственно на объектах. Свои последние разработки участникам форума представили мировые лидеры в области цифрового строительства: компании «Сен-Гобен», Autodesk, SoftwareONE, Dassault Systèmes и др.

В дискуссиях, посвящённых цифровой трансформации рынка, приняли участие как представители госсектора в лице «ДОМ.РФ», Главгосэкспертизы, ФАУ «ФЦС», департамента строительства Москвы, так и крупнейшие компании страны — «Сбербанк», «РЖД», «Росатом», «1С». Всего же деловая программа BIM-форума 2021 насчитывала более 20 сессий, на ней прозвучало свыше 80 докладов.

РАВИ

Суммарная мощность ВЭС в РФ превысила 2 ГВт



По сообщению Российской Ассоциации Ветроиндустрии (РАВИ), во время проведения RAWI Forum 2021, прошедшего 1–2 декабря в Москве, эксперты-аналитики РАВИ актуализировали данные по реализации проектов отечественной ветроэнергетики по состоянию на 1 декабря 2021 года. Суммарная мощность ВЭС в РФ преодолела планку в 2 ГВт и составила 2043,84 МВт. Из них 1938,09 МВт было построено по программе ДГПМ ВИЭ.

Ещё один важный факт: за 2021 год в нашей стране введено в эксплуатацию более 1 ГВт мощностей (точнее, 1138,89 МВт). Из них 478,8 МВт на счету ПАО «Фортум», 570 МВт — у АО «НоваВинд» (дивизион ГК «Росатом») и 90,09 МВт — у компании ПАО «Энел Россия». Суммарно за год в России заработало 368 новых ветрогенераторных установок.

Таким образом, российская ветроэнергетика поставила сразу два рекорда — по объёму ввода в эксплуатацию общей суммарной мощности ВЭУ, а также по их количеству. Для сравнения — в 2020 году суммарная мощность введенных в эксплуатацию ВЭС составила 713,8 МВт, а их количество — 223 ВЭУ. Более развёрнутую информацию о состоянии рынка отечественной ветроэнергетики РАВИ представит в ежегодном аналитическом обзоре, который будет сформирован с учётом результатов декабря текущего года.

Одной строкой

:: Медвеженская ВЭС мощностью 60 МВт введена в эксплуатацию на Ставрополье при финансовом участии «Газпромбанка», сообщает «ГПБ-Ветрогенерация». Ветроэлектростанция включает в себя 24 ветроэнергетических установки. ВЭС запустила передачу электроэнергии и мощности на оптовый рынок электроэнергии и мощности (ОРЭМ) 1 декабря 2021 года.



:: По сообщению ТАСС, во всём мире совокупная установленная мощность генерации, работающей на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ), к 2026 году вырастет на 60% за период 2020–2026 годов и достигнет 4,8 ТВт. Это эквивалентно всей нынешней глобальной энергетической мощности на ископаемом топливе и ядерной энергии, вместе взятой. Об этом говорится в отчёте Международного энергетического агентства (МЭА) по развитию возобновляемой энергетики.

:: Российская Федерация планирует в течение ближайших пяти-шести лет создать водородные турбины для перевода части генерации на водород, заявил глава Минпромторга РФ Д. В. Мантуров.



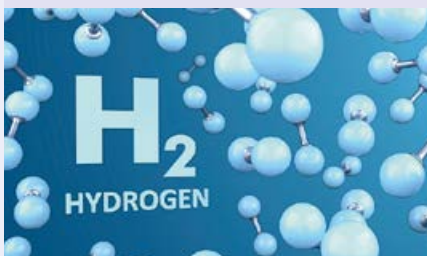
:: По данным Национальной академии наук США, доля страны в мировом объёме пластиковых отходов является самой большой. Она более чем в два раза превышает долю Китая и долю 28 стран Европейского союза (включая Великобританию), вместе взятых, сообщает портал «Популярная механика».

:: Система мониторинга энергоэффективности зданий, предложенная коллективом учёных Сибирского федерального университета в рамках гранта Краевого фонда науки, позволит существенно сэкономить на оплате энергоресурсов. Основные результаты исследования опубликованы в журналах «Промышленная энергетика» и Environmental and Climate.

Одной строкой

Томские учёные нашли метод получения топлива для ТЭС из отходов обработки угля. Это даст возможность решить проблему утилизации угольного шлама, который складывается в угледобывающих регионах, сообщила автор исследований — доцент Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов Томского политехнического университета (ТПУ) Ксения Вершинина.

Новой для России отраслью, которая может появиться в ближайшие пять-десять лет, станет технологический кластер производства водорода и улавливания и хранения CO₂. Об этом сообщил специальный представитель Президента РФ по работе с международными организациями Анатолий Чубайс в ходе семинара «ESG-итоги года. Тренды и задачи для советов директоров на 2022 год».



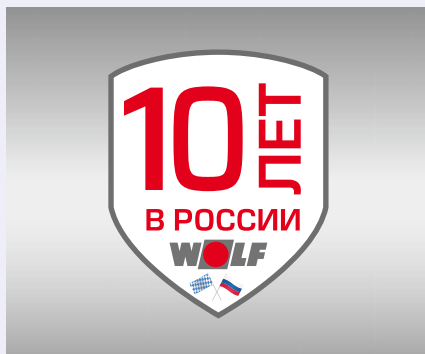
Начало серийного применения водородных технологий на транспорте в России, по информации «Техники железных дорог», планируется в 2025–2035 годах. Такое целеполагание заложено в Концепции развития водородной энергетики, утверждённой Правительством РФ. Согласно Концепции, водородная энергетика в РФ будет развиваться в три этапа: 2022–2024 годы: создание водородных кластеров, реализация пилотных проектов, создание нормативно-правовой базы, мер поддержки, разработка технологий крупнотоннажного хранения и транспортировки, топливных элементов, заправочных станций, транспорта и др.

2025–2035 годы: запуск первых коммерческих проектов, серийное и массовое применение водородных технологий, масштабирование производства оборудования, силовых установок, транспорта. 2036–2050 годы: широкомасштабное развитие мирового рынка водородной энергетики, значительная доля России на мировом рынке в части поставок технологий, широкое применение водорода на транспорте внутри страны.

Казахстан и Китай продолжают реализовывать совместные проекты по использованию возобновляемых источников энергии. Некоторые из действующих солнечных и ветровых электростанций являются крупнейшими в Центральной Азии. Ещё четыре «зелёных» объекта запустят в ближайшем будущем. КНР — пятый по величине инвестиционный партнёр Республики Казахстан.

WOLF GmbH

WOLF: десять лет дочерней компании в России. Вехи успеха



Концерн WOLF GmbH работает в РФ с начала 90-х годов, и в этом году исполнилось 10 лет с момента официального открытия его российского филиала — компании ООО «Вольф Энергосберегающие системы», благодаря которой теплогенерирующее и вентиляционное оборудование WOLF успело занять видное место на отечественном рынке.

Официально зарегистрировано дочернее предприятие WOLF GmbH — ООО «Вольф Энергосберегающие системы».

Открылись первые авторизованные сервисные центры WOLF в России, стартовала коммерческая деятельность российской дочерней компании. Началось строительство партнёрской сети с целью обеспечения продаж и постпродажного обслуживания в официальных сервисных центрах.

В Российской Федерации продвигается и пользуется высоким спросом у клиентов «топовая» линейка вентиляционного оборудования WOLF — KG Top.

Старт продаж бестселлера WOLF — линейки котлов FGB.

Впервые осуществлена поставка в Россию когенерационного оборудования — покупателем стал ярославский аквапарк.

Разработка и выведение на российский рынок котла FGG-K-24, произведённого WOLF специально для России с учётом климатических условий страны. Модель стала одной из самых массовых на рынке традиционных котлов в стране.

Цифровая революция в компании «Вольф Энергосберегающие системы»: запущена онлайн-платформа для дистрибьюторов, а также программа лояльности для клиентов департамента отопления «WOLF Бонус», которая к настоящему моменту насчитывает порядка 3000 участников. Кроме того, осуществлена поставка первого модуля удалённого управления котлом WOLF.

2017–2018. Реализован крупнейший проект по оснащению энергоэффективными климатическими установками KG Top аэропорта «Домодедово».

«Вольф Энергосберегающие системы» активно осваивает рынки Сибири и Дальнего Востока — продукция компании теперь поставляется в Новосибирск, Иркутск, Барнаул и Владивосток. Кроме того, стартовали поставки в страны СНГ — Армению, Грузию, Казахстан, Беларусь и Узбекистан.

Выведена на рынок линейка систем бытовой вентиляции CWL, запущено комплексное предложение с системами отопления — «солнце в пакете».



Поставка климатических установок KG Top на объект «ВТБ Арена — Центральный стадион «Динамо» в городе Москве.

Начались российские продажи вентиляционного оборудования KG Flex, серии с безграничными возможностями исполнения и многообразием вариантов конфигураций. Такими установками оборудован завод Mercedes-Benz «Московия».

Старт поставок передовой линейки котлов CGG-3 с погодозависимой автоматикой и возможностью управления со смартфона.

Газифицирована и полностью оснащена «Академия WOLF» в Московской области, в которой можно на практике изучить действующее котельное и вентиляционное оборудование WOLF.

Запущен проект WOLF Haus, завоевавший российскую премию Aquatherm Awards 2020 в номинации «Энергоэффективность и энергосбережение».

Выведено на рынок новое поколение бытовой серии вентиляционных систем CWL-2, а также обновлена линейка фаворитов среди российских покупателей — котлов CGB-2.

Вентиляционное оборудование KG Top в гигиеническом исполнении поставлено для компании «Р-Фарм» на заводы-производители вакцины от COVID-19 «Спутник V» (предприятия в «Технополисе» в Москве, а также ярославский завод «Чайка»).

Kermi

500 000 радиаторов Kermi уже произведены в России

На заводе Kermi в Ступино (Московская область) 8 декабря с линии упаковки сошёл 500-тысячный стальной радиатор Kermi. Им стал Kermi FTV 22500700 — профильный радиатор типа 22 в вентильном исполнении размером 500×700 мм.

Завод Kermi в Ступино — это предприятие полного цикла с высокой степенью локализации производства. Цикл производства включает в себя процессы штамповки-сварки, многоступенчатую процедуру подготовки поверхностей радиатора к окраске, в том числе с помощью уникальной для России технологии грунтования методом катафореза (КТЛ), непосредственно окраску и упаковку радиаторов. Две линии сварки-штамповки и высокопроизводительная покрасочная линия обеспечивают производственные мощности завода до 600 тыс. радиаторов в год.



Инновации

Программа SpaceX по переработке CO₂ в ракетное топливо

Богатейший человек мира, основатель компании SpaceX Илон Маск объявил о запуске программы по переработке углекислого газа в ракетное топливо. «SpaceX запускает программу, в рамках которой будет брать углекислый газ из атмосферы и перерабатывать его в ракетное топливо. Присоединяйтесь, если вам интересно», — написал бизнесмен в Twitter. Предприниматель отметил, что реализация подобной программы может быть полезна для полётов на Марс, атмосфера которого состоит в основном из CO₂.

Событие

Имена лучших сантехников назвали в Челябинске

Определились победители звёздного чемпионата «Лучший сантехник. Кубок России». В нём приняли участие представители отрасли ЖКХ из Владимирской, Волгоградской, Свердловской, Челябинской областей, Красноярского и Ставропольского края, Карелии, Башкирии и Ханты-Мансийского автономного округа. В практическом конкурсе им предстояло выполнить задание по монтажу современных систем водоснабжения и системы защиты квартиры от потопов. Члены жюри проверяли правильность монтажа по исполнительной схеме и работоспособность системы с помощью опрессовщика.

В результате первое место заняли Виталий Ланцов и Аслан Темурзиев из Сургута. Серебряными призёрами стали Мансур Хасанов и Денис Биткулов из Челябинска, которые были чемпионами 2020 года. Третьими на пьедестал почёта поднялись победители 2019 года Алексей Потягалов и Андрей Мишурин. Они получили денежные призы от 100 до 300 тыс. руб. от организаторов и генерального партнёра — компании LD.

«Русклимат»

«Русклимат ИКСЭЛ» построит новый корпус «ВентИнжМаш»



ТПХ «Русклимат» и Владимирская область заключили трёхстороннее соглашение об осуществлении инвестиций в строительство нового производственного корпуса промышленного технопарка «Русклимат ИКСЭЛ», который располагается в городе Киржач.

Соглашение было подписано 11 декабря 2021 года в городе Суздаль в рамках Владимирского инвестиционного конгресса председателем совета директоров холдинга Михаилом Тимошенко, временно исполняющим обязанности губернатора области Александром Авдеевым и главой Киржачского района Ильёй Букаловым.

Администрации Владимирской области и Киржачского района выразили готовность в рамках реализации проекта оказать необходи-

мое содействие: по обеспечению производства необходимой инфраструктурой; по согласованию строительства автомобильной дороги к производству; по кадровому обеспечению инвестиционного проекта; в предоставлении государственной поддержки инвестиционной деятельности ТПХ «Русклимат» в рамках процедур, установленных законом Владимирской области от 2 сентября 2002 года №90-03 «О государственной поддержке инвестиционной деятельности, осуществляемой в форме капитальных вложений, на территории Владимирской области»; в возможности развития транспортной инфраструктуры города Киржач и Киржачского района Владимирской области с привлечением инфраструктурных бюджетных кредитов; в возможности строительства объектов коммунальной и социальной инфраструктуры, внутригородского транспорта за счёт выпуска инфраструктурных облигаций.

В рамках данного проекта до конца 2022 года на территории технопарка «Русклимат ИКСЭЛ» будет запущен в эксплуатацию новый корпус производственного объединения «ВентИнжМаш» площадью 35 тыс. м², что позволит создать более 210 новых рабочих мест. Стоимость строительства составит более 1,1 млрд руб. Общая сумма инвестиций в рамках проекта превысит 2 млрд руб.



Энергетика

Запущен литий-ионный аккумулятор Мегараск на 450 МВт

Один из крупнейших в мире литий-ионных аккумуляторов Мегараск («Мегапэк») подключён к энергосистеме австралийского штата Виктория. Мегараск установлен неподалёку от города Джилонг в 75 км к юго-западу от Мельбурна. Планируется, что он будет заряжаться от ветровых и солнечных электростанций транснациональной компании Neoen, которая является его оператором. Плановая мощность нового аккумулятора составляет 300/450 МВт, что делает его одним из крупнейших в мире. Он был возведён совместно с американской компанией Tesla («Тесла»).

«Превзошли ожидания». Как пандемия повлияла на российский отопительный рынок и рост продаж котлов **NAVIEN**

Подводим итоги первых 11 месяцев 2021 года вместе с директором по маркетингу ООО «[Навиен Рус](#)» Никитой Голубевым.

❖ Как вы оцениваете состояние рынка России и ваше положение на нём?

Н.Г.: В настоящий момент ситуация на российском рынке оборудования достаточно позитивная. Наша отрасль относится к критически важной части инфраструктуры жизнеобеспечения людей. Учитывая сохраняющиеся ограничения в передвижениях, туризме, сфере развлечений, экономика должна консолидироваться вокруг инфраструктурных проектов и строительства. Важным драйвером для развития малой энергетики является продолжение и ускорение газификации регионов в рамках указа Президента РФ. 2021 год превзошёл все наши ожидания.

С момента открытия официального представительства ООО «[Навиен Рус](#)» в России средняя ежегодная динамика роста продаж превышала десятипроцентный барьер, компания демонстрировала постоянный рост, даже невзирая на временное падение рынка, вызванное различными кризисами. Несмотря на то, что прошедший год был достаточно трудным, для нашей компании он стал успешным, особенно в части поставок настенных конденсационных котлов.

Согласно исследованиям российского агентства «[Литвинчук Маркетинг](#)», бренд [NAVIEN](#) занял первое место в сегменте настенных газовых котлов, и для нас это абсолютный рекорд, ведь мы уже восьмой год подряд занимаем пьедестал в среднем ценовом сегменте.

Что касается абсолютных цифр, то за 11 месяцев 2021 года нам удалось реализовать более 135 тысяч настенных газовых котлов на российском рынке. Это означа-



❖ **Никита Голубев, директор по маркетингу компании ООО «[Навиен Рус](#)»**

ет, что каждый пятый проданный настенный газовый котёл в России в 2021 году является агрегатом с шильдом [NAVIEN](#).

С учётом всех факторов я считаю, что это хороший результат. Ведь мы по-прежнему первые в своём сегменте. За 2021 год сильно преобразился наш модельный ряд и расширилась линейка. Теперь мы предлагаем разнообразные котлы в развитие темы старого [Deluxe](#), который уже давно стал в России «народным» и, начиная с 2014 года, является самым продаваемым настенным газовым котлом в своём ценовом сегменте. Это своего рода бестселлер рынка HVAC.

❖ Какие события стали значимыми для компании с момента открытия торгового представительства?

Н.Г.: Бренд [NAVIEN](#) за свою сорокалетнюю историю смог пройти путь от первопроходца на локальном корейском рынке до лидера в своём сегменте в Азии, США, Европе и России.



❖ **NAVIEN на выставке Aquatherm Moscow 2021**



❖ В квартирном тепловом пункте **NAVEIN Heaty-Hub** размещаются узлы систем отопления и приготовления ГВС. К **Heaty-Hub** подходят три трубы: подающая и обратная трубы системы теплоснабжения и водопровод ХВС. Источник теплоснабжения — газовая котельная, каскадная система, тепловой насос или гелиосистема. **Heaty-Hub** предоставляет все преимущества и удобства классического поквартирного отопления

Примечательно, что все эти рынки достаточно сильно отличаются друг от друга, как потребностями покупателей, так и их уровнем дохода. Россия в списке оказалась последней. Не по значимости, а по временным характеристикам — на этот рынок мы вышли относительно недавно. А уже спустя всего пять лет, в 2018 году, мы продали свой миллионный настенный газовый котёл. Для отрасли это стало своего рода рекордом. Наряду с этим, летом 2021 года, мы преодолели рубеж в 1 400 000 единиц, а также три раза подряд получили премию доверия потребителей «Марка №1 в России».

Согласно планам нашего коммерческого отдела, в случае сохранения текущей тенденции рынка мы планируем и далее

придерживаться двузначных темпов роста и к концу 2024 года стать первым брендом на российском рынке, который сможет продать и установить более 2 000 000 настенных газовых котлов.

Для большинства компаний в нашей отрасли 2021 год был годом «испытаний на прочность», но бизнес находит в себе силы обновляться, переосмысливать своё место в этом мире, находить новые средства для общения со своей аудиторией.

Поэтому, лично для меня, ответ однозначный: такое средство — ребрендинг. Преображение корпоративной айдентики коснулось множество мировых холдингов и концернов из самых различных отраслей. Ребрендинг не обошёл стороной и рынок отопительного оборудования.

Изменения в фирменном стиле стали логичным продолжением смены корпоративной стратегии **KD NAVIEN**.

В будущем наша компания будет позиционировать себя в качестве смарт-партнёра по созданию комфортной окружающей среды. Главное — изменение логотипа **NAVIEN** коснулось появления на нём третьего элемента — образа человека. Он расположился в центре фокуса внимания и имеет угол наклона в 36,6 градусов, проводящий аналогию с комфортным состоянием человеческого организма.

❖ **Какие планы у компании «Навиен Рус» на 2022 год?**

Н.Г.: Вывод на российский рынок целого ряда новинок: **Deluxe Comfort Plus**, котла с сенсорной панелью управления, премиальной системы водоподготовки и водоочистки, нового конденсационного котла с повышенной производительностью по ГВС. Наиболее приоритетным направлением для нашей команды станет развитие продаж конденсационной техники и каскадных систем, а также комнатных тепловых пунктов **Heaty-Hub**.

Всё это и многое другое можно будет увидеть на нашем стенде на выставке **Aquatherm Moscow 2022**, которая пройдёт с 15 по 19 февраля 2022 года. Ждём вас в гости на нашем стенде в зале №13.

Также, пользуясь случаем, хотел бы пожелать участникам рынка и коллегам маркетологам покорения новых вершин в 2022 году. Пусть год Тигра подарит вам новые возможности для роста и развития, откроет ранее недоступные перспективы, а везение всегда остаётся вашим верным спутником. ●



❖ Настенный газовый котёл **NAVIEN Deluxe One** с возможностью подключения бойлера

Вечная борьба с коррозией: от асфальтирования до EVONH

В дореволюционной, а потом и в советской России «фасонными деталями» в трубопроводах называли нынешние фитинги (от англ. *to fit* — «подходить» или «подгонять»). Со второй половины XIX века их функции остаются неизменными. Три века фасонные детали исправно служат в газо-, паро- и водопроводной системах: в переходах, поворотах, разветвлениях, креплениях и других местах. Именно фасонные элементы позволяют собрать трубопровод из отдельных частей, как конструктор, и обеспечить его полную герметичность и работоспособность (рис. 1).

Автор: Анар ГАСИМОВ, обозреватель компании Profactor.Armaturen.GmbH

Как изменилась техника производства водопроводных труб и фасонных частей за три столетия? Как производители боролись с коррозией 100 лет назад и сейчас? По каким параметрам проверяли качество готовой продукции и выбраковывали её? На эти вопросы мы дадим ответы в этом материале — третьем обзоре, посвящённом немецкому справочнику Hütte 1916–1917 годов.

Борьба с коррозией – асфальтирование

По приказу Министерства путей сообщения Российской империи от 16 апреля 1914 года №53, «водопроводные трубы и их фасонная часть» должны быть изготовлены из мягкого сварочного или литого железа путём сварки «в закрой» или должны быть «цельнотянутые» (без шва). Эти сведения приводятся в справочной книге Hütte от 1916 года (Том I. 5 Отдел. «Материалы». II «Металлы». «Железо». IV «Железные трубы», стр. 756) — фото 1.

В начале XX века немецкие инженеры уже хорошо знали, как работать с железом и производить из него качественные водопроводные трубы: «Цельнотянутые трубы должны быть отожжены при температуре 650–750 °C для устранения вредных внутренних натяжений».

Главным врагом железа была и остаётся ржавчина, борьба ней не прекращается до сих пор. Немецкие инженеры разработали несколько способов предохранения железных труб от ржавчины и поделились ими в справочной книге: «Покрывать концы труб маслом, лаком и т.п. до предъявления их инженеру отдела не допускается. Если же трубы с нарезкой, то смазка маслом разрешается для предохранения их от ржавчины».

В справочнике приведён интересный способ борьбы с ржавчиной, который применяли не только в царской, но и в советской России и республиках бывшего СССР. Он был весьма экономичным и эффективным. На стр. 756 отмечено: «Каждая водопроводная труба и фасонная часть, во избежание обожавливания, после пробы гидравлическим давлением должна асфальтироваться в горячем состоянии».

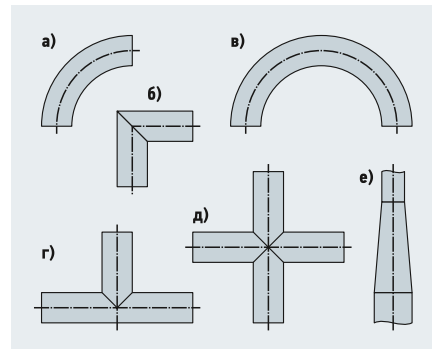


Рис. 1. Фасонные части трубопроводов (а — отвод, б — колено, в — двойник, г — тройник, д — крестовина, е — переход)

На той же странице справочника следует продолжение: «Асфальтировка труб и фасонных частей должна производиться вполне тщательно и прочно. После асфальтировки трубы и фасонные части обёртываются на всю их длину, включая и раструбы, кроме гладких концов, на длину, входящую в раструбы, джутовой лентой, пропитанной смесью гудрона с асфальтом. Свежеасфальтированные трубы, по охлаждению их до температуры окружающего воздуха, должны иметь гладкий блестящий вид и не должны быть липкими при температуре свыше 20 °C» (фото 2).

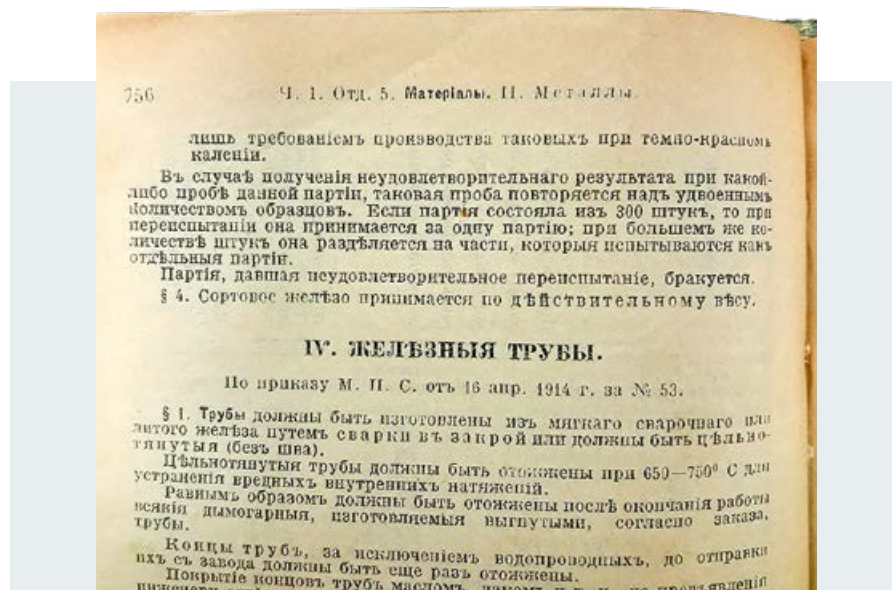


Фото 1. Справочник Hütte, изданный в Российской империи в 1916–1917 годах, Том I, Отд. 5. Материалы. II «Металлы». IV «Железные трубы»

труба и фасонная часть, гидравлическим давлением, при условии плотности. **Асфальтировка** труб должна быть тщательной и прочной. Части обертываются на всех концах, на длину, вختанной смесью гудрона с... по охлаждению их до температуры не выше 20° С. проводных труб на каждую краской диаметр и полезной опроводных труб имеют ачением, диаметра.

:: Фото 2. Указания по асфальтировке труб, сделанные в российском справочнике Hütte от 1916 года (Том I, фрагмент стр. 756)

Интересно, что джутовая лента до сих пор применяется для хозяйственных и строительных нужд. Причём на сайтах некоторых производителей, монтажников и строительных компаний отмечено, что джутовая лента является современным и экологичным безопасным уплотнителем. Видимо, о давней истории этого материала и его длительном применении мало кто знает.



СПРАВКА

Асфальт (от др.-греч. ἄσφαλτος — «горная смола») — разновидность минеральной смолы, легкоплавкая твёрдая аморфная масса чёрного или чёрно-бурого цвета с тусклым или блестящим раковистым изломом, быстро плавящаяся и теряющая форму при нагревании. Природный асфальт представляет собой смесь битумов (продуктов выветривания нефти, то есть испарения из неё лёгких фракций), искусственный — смесь битумов с минеральными веществами (гравий или щебень, песок, минеральный порошок). У асфальта есть и другое, историческое название — «иудейская смола». Асфальт плавится при температуре 100°С, нерастворим в воде, но растворяется в нефти и бензине. Его до сих пор применяют в качестве дорожного покрытия, как кровельный, гидро- и электроизоляционный материал, а также для приготовления замазок, клеев, лаков и других строительных компонентов. Зачастую словом «асфальт» обозначают асфальтобетон — каменный искусственный материал, полученный при уплотнении асфальтобетонных смесей.

Маркировка и брак

В царские времена на водопроводные трубы и их фасонные части не ставили, как сейчас, клейма с размерами. После асфальтировки и охлаждения на трубу наносили краской её диаметр и полезную длину. В справочнике Hütte отмечено, что производителям труб предписывалось использовать для маркировки только две краски — белую или красную. Подписывали трубы на выходе с завода, после того как они проходили проверку на соответствие требованиям заказчика (фото 3).

За качеством изделий в царской России строго следили. По всей видимости, немецкое влияние и жёсткие требования к качеству товара сыграли важную роль.

В справочнике Hütte за 1916 год (Том I, стр. 756) приводится подробное описание того, как должны выглядеть водопроводные трубы на выходе с завода: «Трубы должны быть прямыми, и на их поверхности не должно быть пороков, вредных для их службы, а именно: трещин, следов непроварки, пережога, язвин и рисок глубиной более 1/2 мм, пузырей и т.п.».

Составители справочника Hütte очевидно приняли во внимание русскую смекалку и способность «быстро решить проблему на месте» подручным способом, поэтому сделали в книге предупреждение:



:: Фото 3. Технические условия для железных труб из справочника Hütte от 1916 года (Том I, фрагмент стр. 759)

«Исправление пороков на поверхности окончательно готовых (по прокатке) труб путём зачеканки или наклёпки не допускается, и все трубы, на поверхностях которых будут обнаружены такие места, обязательно бракуются».

Не браковались лишь трубы с заусенцами: «опиливание же и очистка на наждачных кругах пороков, не вредящих прочности, как удаление заусенков, разрешается».



СПРАВКА

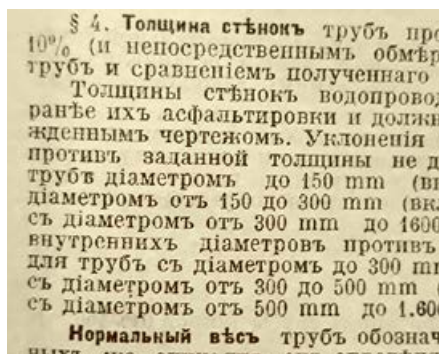
Джутовая лента — это натуральное текстильное волокно, изготавливаемое из кустарников, полукустарников и трав семейства Мальвовые. Из волокна производят объёмные мешки, прочные канаты, межвенцовый утеплитель, который используется в строительстве деревянных домов. Благодаря джутовой ленте можно исправить многие дефекты деревянной конструкции.



Сейчас технические процессы на предприятиях контролирует современное автоматическое оборудование. В программу вводятся необходимые технические параметры, например, по выпуску муфты из латуни марки CW617N (DIN EN 12165) с никелированной поверхностью размером 1/2" (артикул PF TF 52), и роботизированные станки формируют товар по заданному шаблону (фото 4).

Всё просто! Участие человека в производстве и ручной труд сводятся к минимуму, что, по идее, должно свести возможность брака к нулю. Но никакое предприятие всё-таки не застраховано от брака на 100%.

Случается, что даже при вскрытии упаковки потребитель не всегда замечает брак, так как изделие с внешней стороны может выглядеть вполне качественно. В частности, бракованная сантехника чаще всего выдаёт себя уже во время эксплуатации — она либо сразу выходит из строя, либо через короткое время, и порой приводит к аварийным последствиям. Подобные ситуации происходят, естественно, не только с сантехникой, но и с любой другой продукцией — автомобилями, бытовой техникой, электроникой и т.д.



:: Фото 5. Указания по толщине стенок труб, сделанные в российском справочнике Hütte от 1916 года (Том I, фрагмент стр. 757)

Когда производители максимально автоматизируют производство и, соответственно, снижают риск выпуска брака из-за человеческого фактора, они попадают в другую ловушку. Сбой может случиться с любой компьютерной программой и автоматическим оборудованием. Если такое случается на заводе или фабрике, техникам приходится сразу останавливать работу конвейеров и станков, чтобы разобраться в проблеме. В большинстве случаев проблема устраняется, но бракованные товары всё равно выйдут на рынок, а горе-производители судятся, извиняются, оправдываются и отзывают огромные партии своей продукции, возвращают деньги покупателям и выплачивают штрафы.



:: Фото 4. Современные фитинги с никелированной поверхностью, изготовленные на автоматической роботизированной линии, включающей станки с числовым программным управлением

Качество готовой продукции на предприятиях поштучно начали проверять в Германии и других странах Европы, включая Россию, как только товар ставился «на поток» и выпускался уже не вручную, а на заводском конвейере. На заводах и фабриках на дежурство встали команды контролёров, они тщательно обмеривали и взвешивали не менее 5% объёма выпу-



:: Фото 6. Указания по действительному весу труб, сделанные в российском справочнике Hütte от 1916 года (Том I, фрагмент стр. 757)

щенного товара, сопоставляя его с требованиями заказчика или фирменными характеристиками. Эта практика до сих пор существует на многих современных предприятиях во всех странах мира, но в каждой компании контролёры готовой продукции работают по своим правилам, которые порой весьма условны и позволяют не замечать брак, пропуская его на рынок.

В справочнике Hütte от 1916 года (Том I, стр. 757) изложены инструкции, которыми руководствовались контролёры качества водопроводных труб: «Толщина стенок труб проверяется поштучно взвешиванием 10% (готовой партии) и непосредственным обмером предъявленных к приёмке труб и сравнением полученного веса с весом, указанным на чертежах на заказ».

Причём в инструкции приёмщиков допускались незначительные погрешности в выполнении заказа по выпуску водопроводных труб. Все допустимые неточности были чётко прописаны, а их несоблюдение приводило к выбраковке всей партии товара (фото 5):

«Толщины стенок водопроводных труб должны проверяться ранее их асфальтировки и должны быть во всём согласны с утверждённым чертежом. Уклонение в толщине стенок таких труб против заданной толщины не должны быть более:

- ±0,5 мм для труб диаметром до 150 мм (включительно);
- ±1,0 мм для труб диаметром от 150 мм до 300 мм (включительно);
- ±1,5 мм для труб диаметром от 300 мм до 1600 мм.

Отступление от размеров внутренних диаметров труб против нормальных (утверждённых в чертежах) допускается:

- ±1,0% для труб с диаметром до 300 мм (включительно);
- ±1,5% для труб с диаметром от 300 мм до 500 мм (включительно);
- ±2,0% для труб с диаметром от 500 мм до 1600 мм».

Вместе с тем в справочнике отмечено следующее: «Действительный вес труб может быть до 10% более или до 5% менее нормального (заданного в чертежах). Если при взвешивании 5% (или более) взвешенных труб окажется слишком легковесными или тяжеловесными, то освидетельствование труб совсем прекращается впредь до пересортировки заводом всех труб по весу и предъявления их вновь. Равным образом бракуются прямые трубы, в коих толщина стенок будет в каком-либо месте на 15% более или на 10% менее заданной» (фото 6).



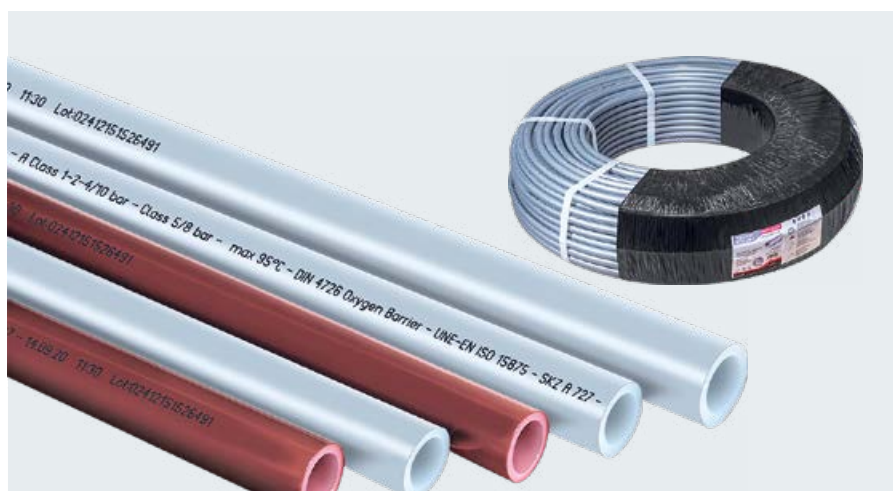
:: Фото 7. Немецкий институт по стандартизации (Deutsches Institut für Normung, DIN)

Столь жёсткие требования и нормативы к готовой продукции до сих пор сохранились и работают на всех производственных предприятиях в Германии. Контролирует этот процесс [Немецкий институт по стандартизации \(DIN\)](#), который был основан в 1917 году (фото 7). Членами [DIN](#) являются различные немецкие предприятия, союзы, государственные организации, торговые фирмы и научные институты, которые накопили значительный опыт в разработках нормативных документов.

Пластик прогибает железо

В XXI веке металлические водопроводные трубы постепенно уступают место трубам из сшитого полиэтилена, за которыми закрепилось название «Труба PEX». Они более надёжны и эффективны, удобны и легки в монтаже, поэтому быстро завоевали популярность на мировом рынке. Трубы PEX всё чаще применяются в системах питьевого водоснабжения и отопления во многих странах мира, включая Россию (фото 8).

Если раньше железные трубы асфальтировались для предотвращения ржавчины и увеличения срока службы, то современные пластиковые трубы не подвержены коррозии, но их стойкость порой также усиливают, например, антидиффу-



:: Фото 8. Современные трубы из сшитого полиэтилена PEX-A с EVON-слоем

зионным слоем EVON, который препятствует проникновению в изделие кислорода и блокирует процесс окисления.

EVON или полимер на основе этиленвинилового спирта многие считают новым материалом. Однако его изобрели в Японии полвека назад! Японский полимер продемонстрировал высокие барьерные свойства по отношению к газам, многократно снижая скорость их диффузии.

Первоначально EVON стали применять в качестве внутреннего слоя в мно-

гослойных пластиковых изделиях, например, в пищевых плёнках, бутылках, лотках и контейнерах для пищевых продуктов. Это новшество позволило значительно продлить сроки хранения продуктов питания и напитков без изменения их свежести и вкуса.

Позже EVON внедрили в производство топливных баков, строительных материалов и полимерных труб. Например, компания [Profactor Armaturen GmbH](#) подхватила эту инициативу и начала применять EVON-слой для повышения защитных свойств инженерной сантехники. Так, в ассортименте Profactor появились трубы из сшитого полиэтилена PEX-A с EVON-слоем.

Барьерный слой EVON даёт возможность сохранить структуру полимерного изделия и предотвращает преждевременный распад трубопровода, например, из-за неблагоприятных условий окружающей среды или внешних воздействий. Рабочие характеристики трубопровода, благодаря защитному слою, остаются неизменными, а срок его службы значительно увеличивается.

Послесловие

Аналитики и инженеры [Profactor Armaturen GmbH](#) часто обращаются к дореволюционному трёхтомному справочнику и находят в нём уникальные сведения об истории и процессе развития систем отопления, газо-, паро- и водопроводной арматуры. Избранные находки адаптируются, и на их основе готовятся обзорные материалы с уникальными иллюстрациями из самого справочника Hütte 1916–1917 годов. Третий обзор из этой серии, как видите, завершён, но увлекательные путешествия в прошлое на «машине времени Hütte» вскоре продолжатся. ●

СПРАВКА

EVON (англ. Ethylene-vinyl alcohol) — сополимер, созданный японскими химиками в 1970-е годы. Разработкой и внедрением EVON занялись две японские компании — Kuraray (основана в 1926 году) и Nippon Gohsei (основана в 1927-м). В 1983 году Kuraray открывает производство марки EVAL в США, а в 1999-м — в Европе. В свою очередь, Nippon Gohsei начала массовое производство EVON под маркой Soarnol в 1984 году, в 1996-м выпуск полимера был запущен в США, а с 2001 года — в Великобритании. В частности, компания Nippon Gohsei Europe GmbH из города Дюссельдорфа (Германия) предлагает широкий ассортимент сополимеров этилена с виниловым спиртом EVON (Soarnol) для производства барьерных структур в разных типах упаковки.



Влияние температурного фактора на потребление электроэнергии при транспортировке воды по напорным трубопроводам

Рецензия эксперта на статью получена 08.10.2021 [The expert review of the article received on October 8, 2021].

Введение

Снижение затрат на энергопотребление зданий и сооружений, в частности, экономия электроэнергии на механическую транспортировку воды по стареющим напорным трубопроводам за счёт уменьшения гидравлического сопротивления их внутренних стенок, носит актуальный характер [1, 2]. Это обстоятельство ставит перед проектировщиками определённый круг задач и соответствующих работ по эффективной и оперативной реконструкции трубопроводного транспорта, в том числе с использованием новейших технологий [3]. Аналогичные задачи ставятся и перед научными работниками и исследователями в виде проведения гидравлических испытаний поступающих на строительные рынки новых альтернативных материалов труб и ремонтных защитных покрытий в целях получения величин их реального гидравлического коэффициента полезного действия. Данные вопросы весьма значимы для менеджеров коммунальных служб, которые должны содействовать обеспечению последующей эффективной эксплуатации трубопроводных сетей [4].

Параллельно с решениями задач обновления ветхого трубопроводного транспорта в отдельных местах размещения трубопроводных систем, например, в зданиях центральных тепловых пунктов, при прокладке труб под землёй, над землёй и т.д., должна решаться комплексная проблема снижения энергопотребления зданий и сооружений [5].

Снижение затрат на энергопотребление зданий и сооружений весьма значимы как для научных работников и исследователей, так и для менеджеров коммунальных служб

Целью данного исследования является выявление характера изменения величины гидравлического трения от температурных условий транспортируемой воды и окружающей среды в определённых диапазонах с последующей возможностью управления процессом транспортировки посредством достижения минимума затрат на электроэнергию.

УДК 628.462. Научная специальность: 05.23.04.

Влияние температурного фактора на потребление электроэнергии при транспортировке воды по напорным трубопроводам

В. А. Орлов, д.т.н., профессор; **Д. А. Петербургский**, аспирант, [Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет \(НИУ МГСУ\)](#)

Задача оценки влияния температурного фактора на потребление электрической энергии при транспортировке воды по напорным трубам из соответствующих материалов состоит в комплексном подходе, включающем в качестве обязательной составляющей проведение стендовых гидравлических экспериментов по определению коэффициента гидравлического трения, а также расчётно-аналитических операций, сопровождаемых широким использованием соответствующего программного обеспечения. Моделирование на базе результатов компьютерных расчётов и последующий их анализ позволяют определить величины потребления электроэнергии при конкретных температурных условиях эксплуатации трубопроводов, а также выявить оптимальные параметры управления процессом транспортировки воды, что позволит, например, менеджером коммунальных служб эффективно управлять процессом транспортировки воды, обеспечивая минимальное потребление электроэнергии и сокращение финансовых затрат.

Ключевые слова: трубопроводы, гидравлические эксперименты, температурный фактор, компьютерное моделирование, электроэнергия.

UDC 628.462. The number of scientific specialty: 05.23.04.

The influence of the temperature factor on the electricity consumption during the transportation of water through pressure pipelines

V. A. Orlov, Doctor of Technical Sciences, Professor; **D. A. Peterburgskiy**, post-graduate student, [Moscow State University of Civil Engineering \(MGSU\)](#)

The task of assessing the influence of the temperature factor on the consumption of electrical energy during the transportation of water through pressure pipes made of appropriate materials consists in an integrated approach, which includes, as a mandatory component, bench hydraulic experiments to determine the coefficient of hydraulic friction, as well as computational and analytical operations, accompanied by extensive use of the corresponding software provision. Modeling based on the results of computer calculations and their subsequent analysis allows one to determine the values of electricity consumption under specific temperature conditions of pipeline operation, as well as to identify the optimal parameters for controlling the process of water transportation, which will allow, for example, managers of public utilities to effectively manage the process of transporting water, ensuring minimum energy consumption and reduction in financial costs.

Key words: pipelines, hydraulic experiments, temperature factor, computer modeling, electric.



Обеспечение поставленной задачи осуществляется за счёт проведения экспериментальных гидравлических исследований на крупногабаритных стендах, а также с использованием расчётно-аналитического подхода (с использованием вычислительных комплексов) по определению динамики изменения гидравлических показателей трубопроводов [6]. Также при этом производится моделирование параметров в широком спектре варьирования температуры транспортируемой жидкости и окружающей среды.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в определении оптимального температурного режима (диапазона), который позволяет снизить потребление электроэнергии на транспортировку воды по напорным трубопроводам. Наиболее известными и значимыми публикациями по данной тематике являются [7, 8], в которых отражён комплекс вопросов экономии электроэнергии в системах транспорта питьевой и технической воды.

Нерешёнными проблемами является необходимость и возможность совершенствования управления трубопроводными сетями в плане обеспечения экономии электрической энергии при транспортировке воды в различных температурных условиях.

В области гидравлики трубопроводных систем используется значительное число методик определения коэффициента гидравлического трения [9, 10]. В тех случаях, когда затрагивается фактор влияния температуры транспортируемой по трубопроводу жидкости на величину коэффициента гидравлического трения, методические подходы требуют дополнительной интерпретации [11]. Как известно, базовым условием определения коэффициента гидравлического трения для любого материала трубопровода является проведение стендовых экспериментальных исследований. При этом возможно моде-

лирование тепловых режимов с поиском новых зависимостей для определения коэффициента гидравлического трения при условии соблюдения ограничительных диапазонов по ряду параметров.

На практике возможен симбиоз опытного и аналитического подходов к определению динамики и диапазонов изменения отдельных гидравлических характеристик потока и, в частности, величины коэффициента гидравлического трения при разных температурных условиях прокладки и эксплуатации трубопроводов. Аналитические методы сопровождаются моделированием, которое позволяет оперативно сопоставлять опытные и рас-

Таким образом, рассматриваемыми в статье методами являются: экспериментальные исследования и моделирование ситуаций при изменении температурных режимов с использованием теории полуэмпирической турбулентности

чётные значения коэффициентов гидравлического трения с анализом величин их возможных расхождений в строгих рамках установленных оптимальных диапазонах значений чисел Рейнольдса и динамических вязкостей.

Материалы и методы исследований

Исследования включали выполнение гидравлических экспериментов и расчётно-аналитических операций и обоснований, где объектом изучения являлись напорные трубы из непластифицированного поливинилхлорида (НПВХ), а именно:

- экспериментальных гидравлических испытаний, реализуемых в Лаборатории кафедры «Водоснабжение и водоотведение» НИУ МГСУ (1-й этап исследований);
- автоматизированной обработки полученных данных на предмет выявления динамики изменения коэффициента гидравлического трения L при различных температурах стенки трубы и транспортируемой воды (2-й этап исследований);
- автоматизированного поиска оптимальных параметров управления процессом транспортировки воды на базе выявления минимальных значений потребления электрической энергии \mathcal{E} в соответствующих температурных условиях (3-й этап исследований).

Для обработки результатов гидравлических экспериментов и проведения расчётно-аналитических операций и последующего анализа использовались специальное программное обеспечение. Таким образом, рассматриваемыми в статье методами являются: экспериментальные исследования и моделирование ситуаций при изменении температурных режимов с использованием теории полуэмпирической турбулентности.



Фото: ООО «ПТН Свободный сокол», Ил. svsookol.ru

Первый этап исследований осуществлялся на крупногабаритном стенде, общий вид которого представлен на фото 1. Экспериментальные исследования проводились при температуре воды и окружающего пространства 16 °С.

Результатами эксперимента являлось определение значений коэффициентов гидравлического трения L_o для трубы из НПВХ внутренним диаметром 0,1046 м в широких диапазонах расходов.

Второй этап исследований заключался в моделировании работы трубопровода в целях выявления динамики изменения коэффициента гидравлического трения L в зависимости от температурного условий, в частности, температуры стенки трубопровода при стабильной температуре транспортируемой воды. Исследуемыми величинами являлась такая физическая характеристика, как динамическая вязкость, которая зависит от рода жидкости и температуры, а также кинематическая вязкость, представляющая собой отношение динамической вязкости к плотности жидкости.

По результатам автоматизированного расчёта отслеживались и подвергались анализу промежуточные значения таких показателей, как числа Рейнольдса, соотношения динамических вязкостей, а также соотношения расчётного и опытного значений коэффициентов гидравлического трения для труб.

В алгоритме автоматизированных программ представлены формулы:

□ расчётного коэффициента гидравлического трения:

$$L = \frac{1}{[1,82 \lg(Re Z) - 1,64]^2}; \quad (1)$$

□ числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{4Q}{\pi d \nu} \quad (2)$$

(величина Re находится в диапазоне от $2,8 \times 10^4$ до $4,5 \times 10^5$);

□ величины коэффициента динамической вязкости, отнесённого к потоку жидкости:

$$\eta_w = \frac{1}{562 + 17t_w + 0,21t_w^2 - 0,00093t_w^3 + 0,0000016t_w^4}; \quad (3)$$

где t_w — температура транспортируемой воды;

□ величины коэффициента динамической вязкости, отнесённого к температуре стенки трубы:

$$\eta_r = \frac{1}{562 + 17t_r + 0,21t_r^2 - 0,00093t_r^3 + 0,0000016t_r^4}; \quad (4)$$

где t_r — температура стенки трубопровода;



:: Фото 1. Гидравлический стенд с трубопроводами из различных материалов

□ величины коэффициента кинематической вязкости жидкости:

$$\nu = \frac{1}{550000 + 21000t_w + 110t_w^2 - 0,35t_w^3}; \quad (5)$$

□ величины соотношения динамических вязкостей:

$$Z = \frac{\eta_w}{\eta_r} \quad (6)$$

(значение Z находится в диапазоне от 2,5 до 0,83);

□ соотношения расчётного L и опытного L_o значений коэффициентов гидравлического трения:

$$X = \left| 100 \left(\frac{L}{L_o} - 1 \right) \right|, \% \quad (7)$$

Третий этап исследований заключался в автоматизированном поиске оптимальных параметров управления процессом транспортировки воды на базе выявления минимальных значений потребления электроэнергии Δ . Для этого в алгоритме программы заложен следующий математический аппарат.

Потребление электроэнергии Δ [кВт·ч] на преодоление потерь напора при транспортировке воды по напорным трубопроводам рассчитывается по следующей базовой формуле:

$$\Delta = \frac{\rho g Q H}{1000 \eta_p} \times 24 \times 365, \text{ кВт·ч}, \quad (8)$$

где ρ — плотность жидкости, кг/м³; g — ускорение свободного падения, м/с²; Q — расход подаваемой трубопроводом воды, м³/с; η_p — коэффициент полезного действия насосной установки; 24 — количество часов работы насоса в сутки, ч; 365 — количество дней в году; 1000 — коэффициент перевода из [Вт] в [кВт]; H — поте-

ри напора в трубопроводе определённой длины, м вод. ст.

Выражая потери напора H через удельное сопротивление трубопровода соответствующего материала изготовления A_i [с²/м⁶], длину l [м] и расход Q [м³/с], получаем формулу:

$$H = A_i l Q^2. \quad (9)$$

В рассматриваемом случае транспортировки воды, то есть при $\rho = 1000$ кг/м³, $g = 9,81$ м/с², а также при проведении математических операций преобразования, базовая формула (8) запишется в виде:

$$\Delta = \frac{9,81 Q^3 A_i l}{\eta_p} \times 24 \times 365, \text{ кВт·ч}. \quad (10)$$

В том случае, если удельное сопротивление трубопровода A неизвестно, то возможно использование величины коэффициента гидравлического трения L для трубопровода соответствующего материала и диаметра d [м].

Из формулы Дарси — Вейсбаха (11) следует, что:

$$H = L \frac{l}{d} \frac{8Q^2}{\pi^2 d^4 g} = 8L \frac{Q^2 l}{\pi^2 d^5 g}. \quad (11)$$

При транспортировке воды, то есть при значениях $\rho = 1000$ кг/м³, $g = 9,81$ м/с², а также по результатам проведения математических операций преобразования H базовая расчётная формула для определения затрат электроэнергии запишется:

$$\Delta = 0,81 \frac{Q^3 l L}{d^5 \eta_p} \times 24 \times 365, \text{ кВт·ч}. \quad (12)$$

Таким образом, для расчёта потребления электроэнергии при транспортировке воды по напорным трубопроводам могут использоваться равнозначные формулы (10) или (12), которые были заложены в алгоритм расчётной программы.

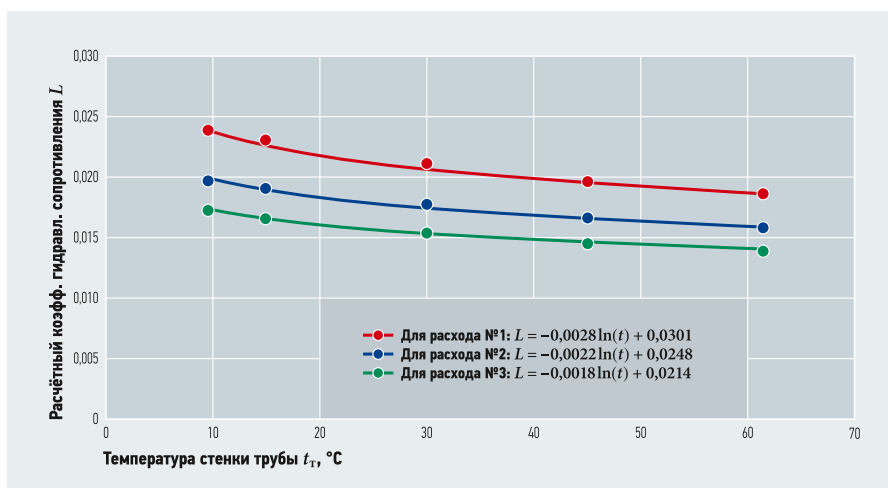


Рис. 1. Зависимость величины коэффициента гидравлического трения от динамической вязкости, отнесённой к температуре стенки трубы

Результаты исследований

Результатами первого этапа исследований явилось определение массива опытных значений коэффициента гидравлического трения L_0 для соответствующих величин расхода транспортируемой воды. Например, при расходе воды $Q = 0,0043 \text{ м}^3/\text{с}$ величина L_0 составила 0,02305 (табл. 1).

Результатами второго этапа исследований явилось получение и анализ соотношения опытного L_0 и расчётного коэффициентов гидравлического трения L в зависимости от температурных условий, в частности, температуры стенки трубопровода при стабильной температуре транспортируемой воды. В табл. 1 в упрощённом виде представлена входная и выходная информация по результатам автоматизированного расчёта при произвольно выбранном расходе воды ($Q = 0,0043 \text{ м}^3/\text{с}$) и одинаковых температурах воды и стенки трубы.

Анализ данных табл. 1 свидетельствует о следующем: при одинаковых температурах жидкости и наружной стенки трубы (16°C), а также в оптимальных диапазонах чисел Рейнольдса Re и установленного соотношения динамических вязкостей Z расчётные коэффициенты гидравлического трения L отличаются от экспериментального значения L_0 на $X = 6,86\%$.

Для инженерных систем эта величина является допустимой и позволяет использовать формулу (1) для приближённых расчётов коэффициента гидравлического трения, не прибегая к экспериментальным исследованиям на гидравлических стендах в иных условиях.

Результатом третьего этапа исследований являлся поиск областей температур стенки трубопровода и транспортируемой воды, при которых обеспечивается минимальное потребление электроэнергии. Тем самым выявляется диапазон оптимального управления параметрами работы трубопроводной системы

Также в задачи второго этапа исследований входил анализ динамики изменения значений коэффициента гидравлического трения L от температуры стенки трубы t_T . Расчёты проводились при трёх величинах расходов: 0,00322 (№1), 0,00694 (№2) и 0,01303 (№3) $\text{м}^3/\text{с}$. Для каждого из режимов величина температура воды в трубопроводе принималась постоянной и равной 16°C .

Исходные значения и результаты автоматизированного расчёта*

табл. 1

Наименования параметров для расчёта	Результат
Температура потока жидкости $t_w, ^\circ\text{C}$	16
Температура стенки трубы $t_T, ^\circ\text{C}$	16
Коэффициент гидравлического трения для принятого расхода (из опытов) L_0	0,02305
Коэффициент динамической вязкости η_w , отнесённый к потоку жидкости, Па·с	$1,13151 \times 10^{-3}$
Коэффициент динамической вязкости η_T , отнесённый к температуре стенки трубы, Па·с	$1,13151 \times 10^{-3}$
Соотношение динамических вязкостей Z	1,0
Коэффициент кинематической вязкости жидкости $\nu, \text{м}^2/\text{с}$	$1,096 \times 10^{-6}$
Число Рейнольдса Re	$0,4477381 \times 10^5$
Расчётный коэффициент гидравлического трения для принятого расхода L	0,021469
Соотношение расчётного и опытного коэффициентов гидравлического трения $X, \%$	6,86

* Параметров при одинаковых температурах жидкости в трубопроводе и его стенки.

Пошаговому изменению подлежала лишь температура стенки трубы от $9,5$ до $61,5^\circ\text{C}$, что соответствовало жёстким рамкам сохранения рекомендуемых параметров для Z , то есть в диапазоне от $0,839$ до $2,498$, и чисел Рейнольдса Re в установленном интервале $\{2,8 \times 10^4; 4,5 \times 10^5\}$.

По результатам автоматизированного расчёта отслеживалась динамика изменения величины L , что иллюстрируется графическими зависимостями на рис. 1.

Представленные на рис. 1 кривые свидетельствуют об идентичном характере изменения коэффициента гидравлического трения от температуры для соответствующих значений расхода воды. С повышением температуры стенки трубопровода коэффициент гидравлического трения снижается при всех режимах расхода воды примерно на $20,6\text{--}23,5\%$, что можно охарактеризовать как положительный эффект: при обогреве трубопровода гидравлические сопротивления движению жидкости уменьшаются. Данное обнаруженное обстоятельство явилось предметом третьего этапа исследований, состоявшего в выявлении содействия экономии электроэнергии при транспортировке воды по напорным водопроводным сетям с относительно высокой температурой наружных стенок. Иначе при размещении трубопровода в зоне низких температур (например, зимой под землёй) его холодная наружная поверхность будет провоцировать повышение гидросопротивлений, оказывая влияние непосредственно на динамическую вязкость пограничного слоя. Такая задача становится актуальной для условий вечной мерзлоты, например, при подземной или наземной прокладках трубопроводов, когда необходима экономия затрат электроэнергии при транспортировке воды.

Результатом третьего этапа исследований являлся поиск областей температур стенки трубопровода и транспортируемой воды, при которых обеспечивается минимальное потребление электроэнергии. Тем самым выявляется диапазон оптимального управления параметрами работы трубопроводной системы.

Для реализации поставленной задачи на базе полученных математических зависимостей, наглядно представленных на рис. 1, был осуществлён поисковый расчёт динамики изменения коэффициента L для трёх указанных выше значений расходов воды при выборочном массиве значений температур стенки трубы — $9,5, 15, 30, 45$ и $61,5^\circ\text{C}$, когда соблюдаются условия сохранения величин параметра Z и чисел Рейнольдса Re в установленных интервалах.

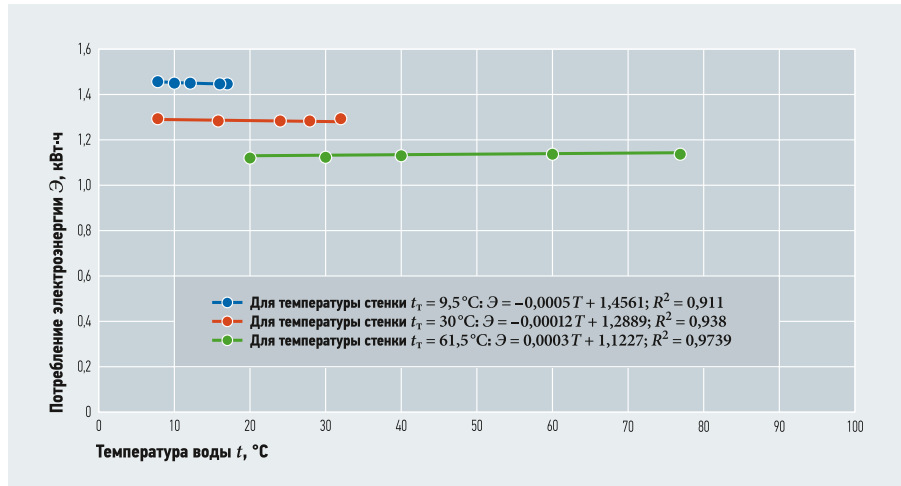
На основе данных, полученных по результатам работы автоматизированного комплекса, на рис. 2–4 представлены выборочные кривые потребления электроэнергии, описываемые линейными зависимостями. Таким образом, диапазон, ограниченный начальными и конечными значениями температур воды на трёх кривых, а также их взаимное расположение затраты электроэнергии на транспортировку воды при её различных температурах и расходах с выборочными стабильными температурами стенок трубопроводов — 9,5, 30, 45 и 61,5 °С.

Обобщая данные, представленные на рис. 2–4, можно сделать ряд базовых выводов в отношении расходов воды и потребления электроэнергии при неизменном диаметре трубы:

- чем выше расход транспортируемой воды и чем ниже температура стенки трубопровода, тем больше энергозатраты на транспортировку воды (например, для рис. 2 значение \mathcal{E} при температуре стенки трубы 9,5 °С составляет 1,45 кВт·ч, а для рис. 4 — порядка 22,45 кВт·ч);
- чем выше температура транспортируемой воды, тем меньше потребляется электроэнергии и наблюдается больший расчётный диапазон потенциального эффективного управления работой трубопроводной системы, что можно оценить разной протяжённостью кривых потребления электроэнергии (например, для рис. 2–4 наибольшая протяжённость кривых потребления электроэнергии наблюдается при температурах стенки трубы 61,5 °С в диапазоне изменения температуры воды приблизительно 15–78 °С).

Подводя итоги анализа графического материала, можно отметить, что в перспективе менеджеры коммунального хозяйства, обладая данными автоматизированного расчёта или полученными на их базе оптимальными областями работы системы трубопроводов, могут обеспечить для соответствующего варианта эксплуатации трубопроводных систем минимальные значения потребления электроэнергии, в том числе при различных значениях коэффициента полезного действия насосных установок.

Ниже представлен комплексный анализ полученных результатов автоматизированного расчёта потребления электроэнергии для трёх вариантов указанных выше расходов в плане возможности управления процессом транспортировки воды при разных температурах стенки трубопровода и транспортируемой воды для обеспечения минимального потребления электроэнергии.



•• Рис. 2. Потребление электроэнергии и диапазоны температур воды и стенок трубопровода при расходе транспортируемой воды $Q = 0,00322$ м³/с и температуре воды 16 °С

Для универсальности подхода в каждом из рассматриваемых вариантов принималось значение потребления электроэнергии \mathcal{E} в кВт·ч на 1 п.м. трубопровода в год. При этом для сравнения анализу подлежало значение коэффициента полезного действия 0,95 (как у современных высокоэффективных насосов).

Расчётные данные позволяют выявить определённые тенденции для двух случаев: при стабильной температуре воды 16 °С (первый случай) и стабильной температуре стенки трубопровода 16 °С (второй случай).

Суть полученных результатов для первого случая может быть интерпретирована следующим образом:

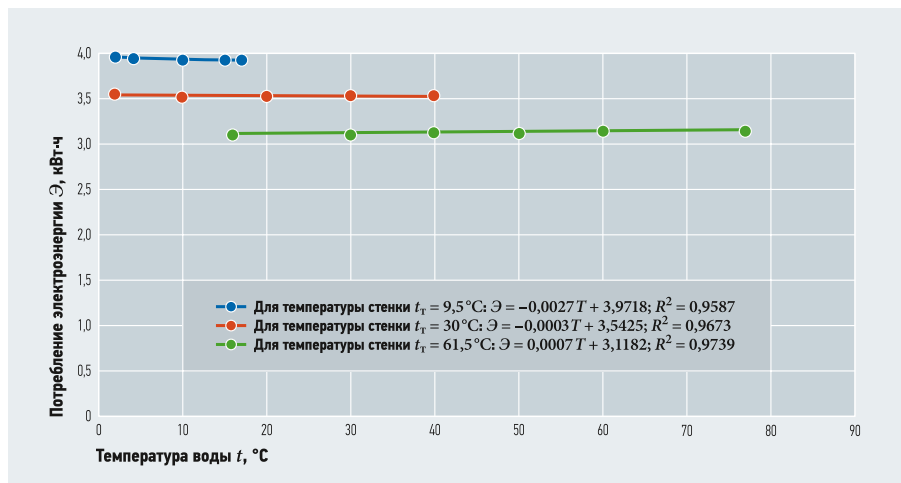
1. При относительно большом расходе $Q = 0,01303$ м³/с, стабильной температуре транспортируемой жидкости $t_{ж} = 16$ °С, а также росте температуры стенки трубопровода в интервале 12–25 °С наблюдается снижение потребления электроэнергии в диапазоне от 22,442 до 20,993 кВт·ч, соответственно, то есть на 6,5%. При повышении температуры стенки трубы тенденция сохраняется вплоть до 61,5 °С — при данной температуре потребление электроэнергии снижается до

18,368 кВт·ч, то есть общее снижение составляет 18,15%.

2. При среднем расходе $Q = 0,00694$ м³/с и тех же температурных условиях наблюдается снижение потребления электрической энергии в диапазоне от 3,878 до 3,617 кВт·ч, соответственно, то есть на 6,7%. При этом абсолютные значения потребления электроэнергии стабильно снижаются при росте температуры стенки трубы в указанном диапазоне в 21,957/3,789 = 5,8 раза.

При повышении температуры стенки трубы до 61,5 °С при прочих равных условиях наблюдается сохранение тенденции снижения значения потребления электроэнергии до 3,132 кВт·ч, то есть на 19,24% от начальной в рассматриваемом диапазоне (от 12 до 61,5 °С).

3. При относительно малом расходе $Q = 0,00322$ м³/с и тех же температурных условиях картина повторяется подобно случаям 1 и 2, но с несколько меньшими абсолютными значениями потребления электроэнергии. В частности, в диапазоне температуры стенки трубы 12–61,5 °С снижение потребления электроэнергии составляет от 0,462 до 0,367 кВт·ч, соответственно, то есть на 20,5%.



•• Рис. 3. Потребление электроэнергии и диапазоны температур воды и стенок трубопровода при расходе транспортируемой воды $Q = 0,00694$ м³/с и температуре воды 16 °С

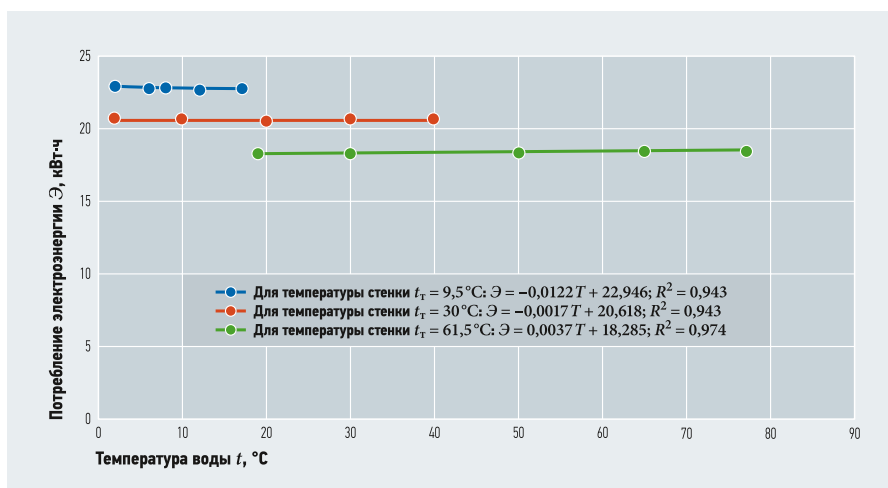


Рис. 4. Потребление электроэнергии и диапазоны температур воды и стенок трубопровода при расходе транспортируемой воды $Q = 0,01303 \text{ м}^3/\text{с}$ и температуре воды 16°C

Анализируя возможности управления процессом обеспечения экономии электроэнергии при транспортировке воды со стабильной температурой 16°C в диапазоне указанных расходов (от $0,01303$ до $0,00322 \text{ м}^3/\text{с}$), можно сделать следующие выводы. Процесс управления работой трубопроводной системы в плане достижения ожидаемой величины потребления электроэнергии возможен в относительно широких диапазонах температуры стенки трубопровода ($12\text{--}61,5^\circ\text{C}$), причём подобная тенденция сохраняется и при увеличении температуры транспортируемой воды до 25°C . При этом границы диапазона температуры стенки трубы изменяются от 16 до 75°C , соответственно, что расширяет возможности расчётного метода для отслеживания потребления электроэнергии. Выход за установленные пределы не гарантирует правильность результатов расчёта потребления электроэнергии и возможности управления работой системы трубопроводов.

Полученные результаты для случая № 2 могут быть интерпретированы так:

1. При относительно большом расходе $Q = 0,01303 \text{ м}^3/\text{с}$, стабильной температуре стенки трубы $t_s = 16^\circ\text{C}$ для интервала температур транспортируемой воды от 12 до 25°C наблюдается сравнительно постоянное потребление электроэнергии в диапазоне от $21,974$ до $21,964 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$, соответственно, то есть разница составляет порядка $0,05\%$. Увеличение температуры транспортируемой воды свыше 25°C не позволяет произвести оценку потребления электроэнергии расчётно-аналитическим путём, так как расчётные величины гидравлических показателей выходят за рамки установленных значений.

2. При среднем расходе $Q = 0,00694 \text{ м}^3/\text{с}$, стабильной температуре стенки трубы $t_s = 16^\circ\text{C}$ для интервала температур транспортируемой воды $12\text{--}25^\circ\text{C}$ наблюдается практически постоянное энергопотребление на уровне $3,78\text{--}3,79 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$. Какое-либо

повышение температуры транспортируемой воды не позволяет произвести корректные расчёты, так как гидравлические показатели выходят за рамки установленных значений.

3. При малом расходе $Q = 0,00322 \text{ м}^3/\text{с}$, стабильной температуре стенки трубы (16°C) для интервала температур транспортируемой воды $12\text{--}25^\circ\text{C}$ наблюдается практически постоянное энергопотребление на уровне $0,451 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$. Как и в случаях 1 и 2, какое-либо повышение температуры транспортируемой воды не позволяет произвести расчёты, так как гидравлические показатели выходят за рамки установленных значений.

Управление работой трубопроводной системы в плане ожидаемого потребления электроэнергии становится возможным лишь при температурах транспортируемой воды $12\text{--}25^\circ\text{C}$

Анализируя возможности управления процессом обеспечения экономии электроэнергии при стабильной температуре стенки трубы 16°C в диапазоне указанных расходов ($0,01303\text{--}0,00322 \text{ м}^3/\text{с}$), можно сделать выводы: управление работой трубопроводной системы в плане ожидаемой величины потребления электроэнергии возможно в диапазоне температур транспортируемой воды $12\text{--}25^\circ\text{C}$. При повышении температуры воды расчётные показатели гидравлических характеристик выходят за рамки установленных значений. В то же время при изменении температуры стенки трубы до 25°C возможности расчёта потребления электроэнергии и управления процессом эффективной транспортировки воды возрастают, так как верхняя граница расчётного диапазона температур транспортируемой воды для всего диапазона рас-

сматриваемых расходов может быть увеличена до 35°C при сохранении нижней границы диапазона 12°C .

Выводы

1. Проведён комплексный анализ работы трубопровода НПВХ определённого диаметра на предмет определения его гидравлических характеристик и потребления электроэнергии в широких диапазонах температур стенки трубы и воды.
2. Установлено, что аналитическое отслеживание потребления электроэнергии системой трубопроводов возможно в определённых диапазонах температур стенки труб и транспортируемой воды.
3. Произведена оценка возможности управления процессом обеспечения экономии электроэнергии при транспортировке воды при различных температурах путём использования автоматизированных комплексов и разработанных исходя из результатов расчёта рекомендаций.
4. Определены температурные границы, позволяющие менеджерам коммунальных служб эффективно управлять процессом транспортировки воды с минимальными затратами электроэнергии.
5. Представленным материалом является базой для проведения аналогичных экспериментальных и расчётно-аналитических исследований для трубопроводов из других, альтернативных материалов в целях определения наиболее экономичного варианта проектирования и эксплуатации напорных трубопроводов в широком диапазоне расходов воды и диаметров труб. ●

1. Храменков С.В. Время управлять водой. — М.: Изд-во «Московские учебники и картолитография», 2012. 279 с.
2. Rameil M. Handbook of pipe bursting practice. Vulkan-Verlag, 2007. 352 p.
3. Lезнов Б.С. Renovation or reconstruction on the example of water and sewage pipes. Install. 2012. No. 1. Pp. 46–49.
4. Gomes H.P., de Farias P., de Tarso S., da Silva S. Efficiency indicator for assessment of water distribution networks carrying capacity. Environmental Engineering and Management Journal. 2020. Vol. 19. No. 5. Pp. 747–753.
5. Toderaş M., Iordache V., Petcu Cr., Petran H. Real time monitoring of indoor environment quality and energy consumption in a residential building. Environmental Engineering and Management Journal. 2019. Vol. 18. No. 7. Pp. 1391–1620.
6. Орлов В.А. Трубопроводные сети. — СПб.: Изд-во «Лань», 2020. 159 с.
7. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздушных установках. — М.: Энергоатомиздат, 2006. 359 с.
8. Орлова В.А. Бестраншейные технологии и энергосбережение. — М.: Изд-во «АСВ», 2021. 159 с.
9. Grossmann S., Lohse D. Curvature effects on the velocity profile in turbulent pipe flow. The European Physical Journal E (EPJ E). 2017. No. 40. Pp. 16–19.
10. Самарин О.Д. Построение универсальной зависимости для потерь давления в трубопроводах // Журнал СОК. 2016. №1. С. 24–25.
11. Альтшуль А.Д., Калицун В.И., Майрановский Ф.Г., Пальгунов П.П. Примеры расчётов по гидравлике. — М.: Изд-во «Альянс», 2013. 255 с.

References — see page 78.

Надёжные инженерные системы для апарт-отеля «YE'S Технопарк»

Уходящий 2021 год стал для компании «[Про Аква](#)» знаковым. В референс-листе «[Про Аква](#)» появились новые масштабные проекты, среди которых завод Nayat («Хаят») по производству туалетной бумаги, бумажных полотенец и салфеток брендов Paria и Familia, а также бумаги-основы, завод «Роса Рус», выпускающий итальянскую сантехнику, МФМК «Белоостров», апарт-отель «YE'S Технопарк» и многие другие. Сегодня рассказ пойдёт об апарт-отеле «YE'S Технопарк», поскольку именно на этот строительный объект была осуществлена поставка сразу нескольких товарных групп [Pro Aqua](#).



Апарт-отель «YE'S Технопарк» — многофункциональный комплекс апартаментов, возводимый ГК «Пионер» на юге Москвы в шаге от станции «Технопарк» Замоскворецкой линии метро. В 24-этажном здании будут находиться 506 апартаментов пяти различных форматов. Удобная, доступная и разнообразная инфраструктура — одно из главных преимуществ всей сети апарт-отелей «YE'S».

На первых двух этажах — современная торговая галерея с магазинами для детей и взрослых, супермаркетом, модными кафе и ресторанами. С третьего по тринадцатый этаж разместятся офисы и актуальное пространство коворкинга. На уровне пятого-шестого и 13–14 этажей запроектированы открытые террасы, где в тёплое время года будут работать кафе, разместятся зоны отдыха и релаксации. Тринадцатый этаж займёт лобби, фитнес-центр. Верхние этажи с 14 по 24 уровень займут апартаменты.

Архитектурную концепцию апарт-отеля «YE'S Технопарк» разработало ведущее российское бюро ABD architects с 28-летним опытом создания уникальных архитектурных и интерьерных проектов в России и мире. Перед бюро стояла задача — создание современного здания, стилистически не вступающего в конфликт

с окружающей застройкой. На фасадах применена тема чередования «глухих» и остеклённых поверхностей, выступающих и заглублённых в соответствии с рисунком и пластикой фасада. Для облицовки внешних стен будет использована система вентилируемого фасада с облицовкой композитными алюминиевыми панелями.



Работая над дизайном апарт-отеля «YE'S», группа компаний «Пионер» уделяла внимание как эстетичности, так и функциональности помещений. Часть апартаментов укомплектована «под ключ» и полностью готова к проживанию. В юнитах установлена стильная европейская мебель и бытовая техника профессионального гостиничного уровня.

Инженерные системы здания — продуманные и надёжные. Продукция для их комплектации отбиралась особенно тщательно. Качество инженерного оборудования, выбранного для объекта, должно было соответствовать всем техническим параметрам, обусловленным нормами и сертификатами соответствия.

На объект была поставлена продукция, которую производит завод «[Про Аква](#)», и товарные группы, которые поставляет на отечественный рынок российская компания «[Про Аква](#)».





Канализационные системы на данном объекте комплектовались трубопроводами [Pro Aqua Stilte](#). С помощью этой продукции в помещении создаётся акустический комфорт. Трубы состоят из трёх слоёв: наружного, изготовленного из чистого полипропилена и придающего трубе стойкость к внешним механическим воздействиям, среднего из армированного минералами полипропилена и внутреннего слоя из чистого полипропилена, обеспечивающего трубе превосходные гидравлические характеристики, химическую и абразивную стойкость. Подобная многослойная конструкция обладает значительной жёсткостью и, в силу использования минеральных добавок и увеличенной толщины стенки, хорошо поглощает шумы. При этом сохраняются преимущества полипропилена, а именно стойкость к высоким температурам, вплоть до 95 °С (кратковременно), а минеральные добавки позволяют минимизировать температурное расширение и снизить теплопроводность.

Пластиковые трубы [Pro Aqua Stilte](#) не подвержены коррозии и не проводят электрический ток, что также повышает надёжность системы. Благодаря гладкой внутренней поверхности снижается риск засорения сечения трубы. Трубы стойки к истиранию и износу, что обеспечивает безаварийную работу на протяжении не менее 50 лет.

Для комплектации систем водоснабжения и отопления на объект были поставлены полипропиленовые трубопроводы [Pro Aqua](#). Трубы и соединительные детали, из которых они состоят, предназначены для систем горячего и холодного водоснабжения и отопления, изготовлены из полипропилена рандом-сополимера PP-R и обладают рядом преимуществ: устойчивостью к высоким температурам, высокими санитарно-гигиеническими свойствами и другими.



:: Трубопровод [Pro Aqua Stilte](#)



Помимо полипропиленовых трубопроводов на строительный объект были отгружены шаровые краны [Pro Aqua](#) новой конструкции. Эта линейка запорной арматуры была доработана, конструкция шаровых кранов стала усиленной, благодаря увеличению количества витков резьбы в месте соединения двух полукорпусов. Четыре витка дают конструктиву крана бóльший запас прочности, вследствие чего увеличивается предельно допустимый крутящий и максимальный изгибающий моменты. Усиленный полнопроходной шаровой кран [Pro Aqua](#) имеет два уровня герметизации. Как и у обычной модели крана, у него есть кольцо O-Ring



:: Полнопроходной шаровой кран [Pro Aqua](#)

из материала EPDM. Второй уровень герметизации обеспечивает ремонтпригодная конструкция на основе толстого уплотнительного кольца из материала PTFE и прижимной гайки из латуни CW614N. В случае износа уплотнения штока кран легко поддаётся починке — необходимо просто поджать сальник посредством прижимной гайки.

Таким образом, технические характеристики описанных труб и сантехнической арматуры гарантируют высокую надёжность и эффективность работы инженерных систем рассматриваемого объекта — апарта-отеля «YE'S Технопарк». ●

Особенности проектирования наружных тепловых сетей в Арктической зоне

Тепловая изоляция трубопроводов тепловых сетей имеет огромное значение в проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов, особенно в вопросах снижения потерь теплоты, повышения энергоэффективности систем теплоснабжения и обеспечения требуемых условий эксплуатации. Особенно актуально обеспечение требуемых условий эксплуатации тепловых сетей, расположенных в районах Крайнего Севера, в районах расположения вечномёрзлых грунтов.

Большая часть (свыше 60%) территории Российской Федерации находится в зоне действия криолитозоны — вечномёрзлых грунтов (рис. 1) [1], начиная от берегов морей Северного Ледовитого океана, а именно Баренцева, Белого, Карского, Восточно-Сибирского и Чукотского морей, а также моря Лаптевых.

Глубина промерзания таких грунтов колеблется от нескольких сантиметров до 2–2,5 м в зависимости от температуры наружного воздуха. В средних широтах промерзанию подвержен небольшой поверхностный слой, называемый сезонной мерзлотой. В северных широтах за долгую, морозную зиму земля промерзает очень глубоко, и коротким летом она оттаивает лишь с поверхности на 0,5–2 м в глубину. Ниже оттаивающего слоя крупный год сохраняются отрицательные температуры, то есть расположены вечномёрзлые грунты.

К трубопроводам тепловых сетей, расположенным в зоне действия вечномёрзлых грунтов, предъявляются дополнительные требования по их прокладке и проектированию, которые необходимо выполнять с учётом прогноза изменения мерзлотно-грунтовых условий и принятого принципа использования вечномёрзлых грунтов как оснований проектируемых и эксплуатируемых зданий и сооружений, и необходимости проведения мероприятий по сохранению устойчивости конструкций тепловых сетей [2].

Большая территория России находится в зоне действия вечномёрзлых грунтов, начиная от берегов морей Северного Ледовитого океана, то есть Баренцева, Белого, Карского, Восточно-Сибирского и Чукотского морей, а также моря Лаптевых

При наземной прокладке тепловые сети должны предусматриваться на эстакадах, низких или высоких отдельно стоящих опорах, а также в наземных каналах, расположенных на поверхности земли (рис. 2). Свайные основания трубопроводов в районах распространения вечномёрзлых грунтов выполняются из свай заводского изготовления (рис. 2).

Наиболее важными показателями, по которым выбирается тот или иной теплоизоляционный материал для применения на участках трубопроводов тепловой сети, являются [3]: коэффициент теплопроводности, плотность, группа горючести и температурный режим эксплуатации.

Сравнительные характеристики теплоизоляционных материалов приведены в табл. 1. Все рассмотренные материалы соответствуют требованиям, предъявляемым современными нормами [2, 3].

По показателю коэффициента теплопроводности (без учёта температуры теплоносителя), наиболее эффективными являются четыре теплоизоляционных материала: пенополиуретан (ППУ) [коэффициент теплопроводности в сухом состоянии при 20 °С от 0,024 до 0,034 Вт/(м·°С)], пенополиминерал (ППМ) [от 0,043 до 0,047 Вт/(м·°С)], вспененный каучук [от 0,034 Вт/(м·°С)] и каменная (базальтовая) вата [от 0,032 до 0,046 Вт/(м·°С)].

Как теплоизоляционный материал лидирующее положение по теплофизическим характеристикам занимает пенополиуретан, однако по показателю долговечности и экономичности он значительно уступает каменной вате.

Рецензия эксперта на статью получена 25.11.2021 [The expert review of the article received on November 25, 2021].

УДК 697.34. Номер научной специальности: 05.23.03.

Особенности проектирования наружных тепловых сетей в Арктической зоне

Е. А. Бирюзова, к.т.н., доцент, кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция», Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ)

Повышение энергоэффективности тепловой сети за счёт применения качественных теплоизоляционных материалов является важной задачей. Применение таких теплоизоляционных конструкций позволит существенно экономить тепловую энергию, особенно в Арктической зоне, а главное — защищать от теплового воздействия мёрзлый грунт, предотвращая его оттаивание.

Ключевые слова: тепловые сети, материалы тепловой изоляции, вечномёрзлые грунты Арктической зоны, толщина тепловой изоляции.

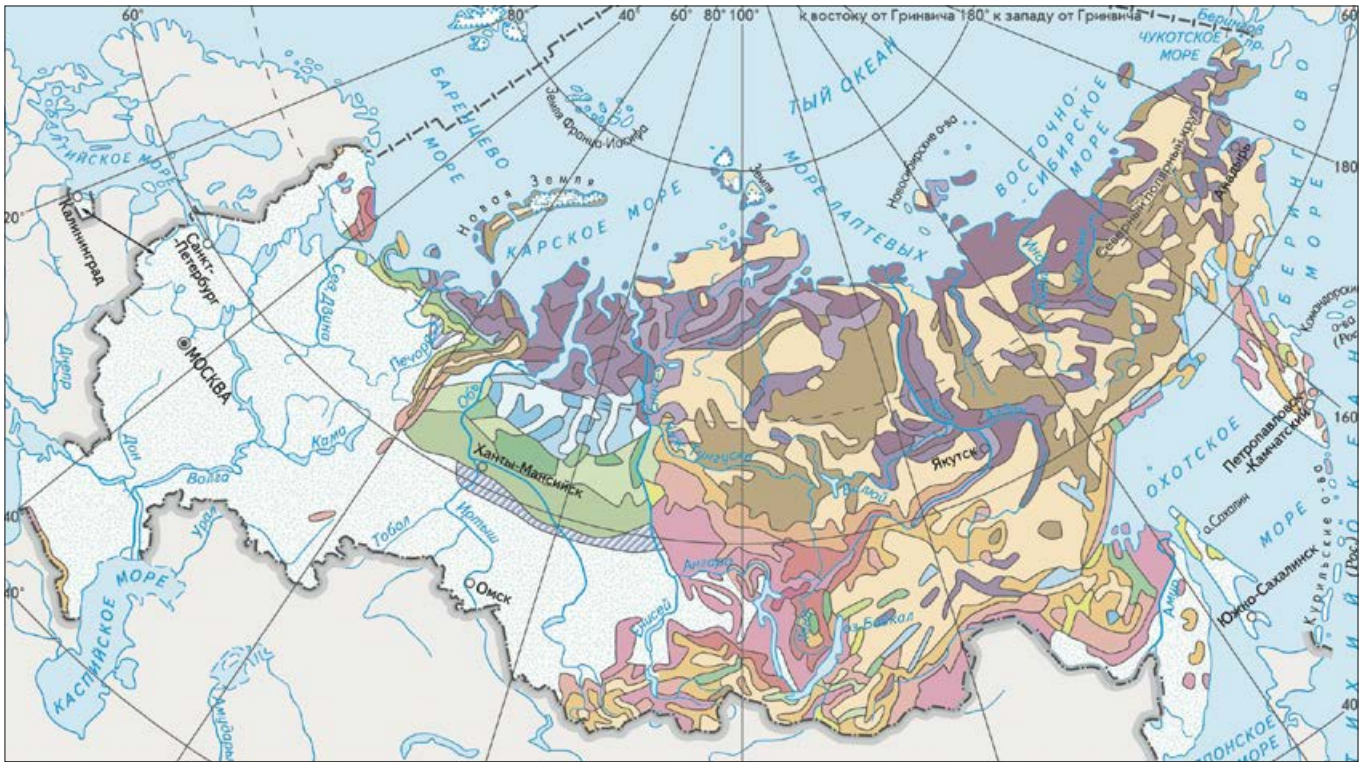
UDC 697.34. The number of scientific specialty: 05.23.03.

Features of the design of external heating networks in the Arctic zone

E. A. Biryuzova, PhD, Associate Professor, Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)

Improving the energy efficiency of the heating network through the use of high-quality thermal insulation materials is an important task. The use of such heat-insulating structures will significantly save thermal energy, especially in the Arctic zone, and most importantly, protect frozen soil from thermal effects, preventing it from thawing.

Key words: heating networks, thermal insulation materials, permafrost soils of the Arctic zone, thermal insulation thickness.



❖ **Рис. 1.** Карта распространения многолетнемерзлых пород (криолитозоны) на территории Российской Федерации (масштаб 1:45 000 000) [1]

Льдистость / распространение многолетнемерзлых пород	Равнины, межгорные впадины				Горы, высокие равнины, хребты, плато			
	сплошное (90–100%)	прерывистое (50–90%)	спорадическое (10–50%)	островное (0–10%)	сплошное (90–100%)	прерывистое (50–90%)	спорадическое (10–50%)	островное (0–10%)
Высокая (более 20%, для горных районов от 10%)								
Средняя (10–20%)								
Низкая (0–10%)								
	Реликтовые многолетнемерзлые породы							

Данная исследовательская работа была выполнена при поддержке Научно-образовательного центра мирового уровня «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования». Расчёт толщины тепловой изоляции выполнялся по нормируемой плотности теплового потока для климатических условий города Якутска. Проведём сравнительный анализ полученных результатов расчёта при применении следующих тепло-

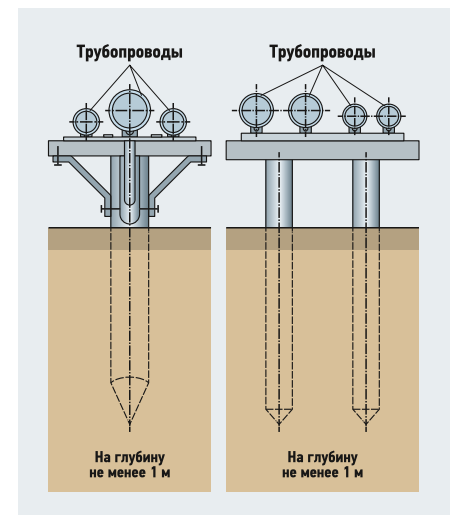
изоляционных материалов: пенополиуретана и минеральной ваты (табл. 2 и 3).

Полученные результаты позволяют сделать вывод о наибольшей эффективности материала пенополиуретана, при использовании которого получена наименьшая толщина тепловой изоляции. В то же время толщина изоляции, рекомендуемая [4, 5] (табл. 4), меньше требуемых расчётных значений, полученных по результатам расчёта.

При определении наибольшего температурного влияния на мерзлый грунт была рассчитана температура на поверхности теплоизоляционной конструкции при наибольшей температуре воздуха наиболее жаркого месяца [6–11]. Результаты расчёта приведены в табл. 5. Полученное значение температуры на поверхности тепловой изоляции имеет небольшое превышение над температурой окружающей среды и составляет 1,307–0,548 °С.

❖ **Сводная таблица технических характеристик теплоизоляционных материалов** табл. 1

Свойства	Каменная вата	ППУ	Вспененный каучук	ППМ	ТТМ-В
Плотность, кг/м ³	40–210	60	50–70	270	200–310
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	от 0,038 до 0,045	0,033	от 0,038 до 0,043	от 0,035 до 0,041	0,054
Водопоглощение по объёму, %	12–30	1–3	1–3	0,5	15–50
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	от 0,25 до 0,3	от 0,02 до 0,05	от 0,02 до 0,07	0,17	0,012
Прочность на сжатие, МПа	4–60	0,2	1	1,2	2–5
Группа горючести	НГ, Г1	Г3–Г4	Г1	Г4	НГ
Группа воспламеняемости	В1	В3	В2	В2	–
Группа дымообразующей способности	Д1	Д3	Д3	Д2	–
Температурный режим эксплуатации, °С	от –60 до +400	от –70 до +150	от –50 до +110	до +150	от –20 до +250
Токсичность	Т1	Т3	Т2	Т3	–
Долговечность, лет	50	30	25	30	15
Цена, руб/п.м.	199	604	696	696	849



❖ **Рис. 2.** Схема надземной прокладки трубопроводов на общих свайных опорах

•• Расчёт толщины ППУ при надземной прокладке трубопроводов

табл. 2

Тр/д	под.	обр.	под.	обр.	под.	обр.	под.	обр.
δ , м	0,081	0,085	0,074	0,093	0,065	0,091	0,053	0,090
$d_{н.}$, м	0,377	0,377	0,325	0,325	0,273	0,273	0,219	0,219
B	1,429	1,452	1,457	1,575	1,475	1,664	1,487	1,823
$d_{н.}$, м	0,539	0,548	0,474	0,512	0,403	0,454	0,326	0,399
$\ln(B)$	0,357	0,373	0,377	0,454	0,389	0,509	0,397	0,600
B'	1,429	1,452	1,457	1,575	1,475	1,664	1,487	1,823
λ_k	0,03975	0,03975	0,03975	0,03975	0,03975	0,03975	0,03975	0,03975
r_{tot}	1,456	1,521	1,538	1,849	1,591	2,074	1,629	2,444
α_1	26,0	26	26	26	26	26	26	26
t_T	65	45	65	45	65	45	65	45
t_w	90	50	90	50	90	50	90	50
t_c	-15,69	-15,69	-15,69	-15,69	-15,69	-15,69	-15,69	-15,69
q_l	75,6	45	71,6	37	69,2	33	67,6	28
K_1	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
r_{tot}'	1,453	1,517	1,535	1,845	1,589	2,068	1,628	2,436

•• Расчёт толщины минеральной ваты при надземной прокладке трубопроводов

табл. 3

Тр/д	под.	обр.	под.	обр.	под.	обр.	под.	обр.
δ , м	0,129	0,119	0,119	0,133	0,104	0,130	0,086	0,132
$d_{н.}$, м	0,377	0,377	0,325	0,325	0,273	0,273	0,219	0,219
B	1,685	1,633	1,733	1,817	1,765	1,954	1,786	2,202
$d_{н.}$, м	0,635	0,616	0,563	0,591	0,482	0,533	0,391	0,482
$\ln(B)$	0,522	0,491	0,550	0,597	0,568	0,670	0,580	0,789
B'	1,685	1,633	1,733	1,817	1,765	1,954	1,786	2,202
λ_k	0,05805	0,05225	0,05805	0,05225	0,05805	0,05225	0,05805	0,05225
r_{tot}	1,456	1,521	1,538	1,849	1,591	2,074	1,629	2,444
α_1	26	26	26	26	26	26	26	26
t_T	65	45	65	45	65	45	65	45
t_w	90,0	50	90	50	90	50	90	50
t_c	-15,69	-15,69	-15,69	-15,69	-15,69	-15,69	-15,69	-15,69
q_l	75,6	45	71,6	37	69,2	33	67,6	28
K_1	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
r_{tot}'	1,450	1,515	1,531	1,841	1,584	2,064	1,622	2,431

•• Рекомендуемые размеры толщины тепловой изоляции ППУ

табл. 4

$d_{н.}$, мм	Тип 2 ППУ в ПЭ		расчётная толщина слоя ППУ	ППУ в стальной оболочке		расчётная толщина слоя ППУ
	средний наружный диаметр изолированных труб			средний наружный диаметр изолированных труб		
219	355*1	10,4*2	62,0	315*1	0,7*3	47,3
273	450*1	13,2*2	81,5	400*1	0,8*3	62,7
325	500*1	14,6*2	79,5	450*1	0,8*3	61,7
426	600; 630*1	16,3*2	77,8; 92,5	560*1	1,0*3	66,2

•• Определение температуры на поверхности теплоизоляции конструкции

табл. 5

Расчётные значения	участок 1		участок 2		участок 3		участок 4	
	под.	обр.	под.	обр.	под.	обр.	под.	обр.
q	50,91	22,88	48,16	18,84	46,44	16,81	45,19	14,27
$t_{п.}/t_o$	90	50	90	50	90	50	90	50
t_o	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7
R_1/R_2	1,479	1,543	1,564	1,873	1,621	2,101	1,666	2,475
$t_{пов.}$	16,007	15,287	16,088	15,243	16,225	15,252	16,435	15,248
R_{tot}	1,453	1,517	1,535	1,845	1,589	2,068	1,628	2,436
$R_{пс}$	0,026	0,026	0,029	0,029	0,033	0,033	0,038	0,038
α_1	26	26	26	26	26	26	26	26
d	0,377	0,377	0,325	0,325	0,273	0,273	0,219	0,219

*1 Номинальное значение. *2 Величина отклонения. *3 Толщина оболочки.

Итак, лидирующее положение по теплофизическим характеристикам занимает ППУ, уступающая каменной вате по долговечности и экономичности

Заключение

Чтобы получить рекомендуемые [3, 4] толщины теплоизоляционного материала (ППУ), а также для полного предотвращения температурного влияния на мерзлый грунт, которое может передаваться от теплоизолированной конструкции по поверхности опор на основание, предлагается внести коррективы по величине коэффициента теплопроводности применяемых теплоизоляционных материалов, за счёт его уменьшения.

Полученное расчётным путём оптимальное значение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала не превышает 0,030 Вт/(м·°C) с учётом температуры теплоносителя. ●

1. Котляков В.М. Многолетняя мерзлота: Большая российская энциклопедия. Том «Россия». С. 63–65 // БРЭ. В 35 т. плюс том «Россия». — М.: Изд-во «Большая российская энциклопедия», 2004–2017. 27957 с.
2. СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализ. ред. СНиП 41-02-2003 (введ. 01.01.2013).
3. СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализ. ред. СНиП 41-03-2003 (с изм. №1, введ. 01.01.2013).
4. ГОСТ 30732-2006. Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке. ТУ. — М.: Стандартинформ. 2007. 47 с.
5. Бирюзова Е.А., Глуханов А.С., Кобелев Н.С. Применение современных трубопроводных систем при проектировании и реконструкции тепловых сетей // Известия ЮЗГУ. Серия: Техника и технологии, 2012. №2. С. 63–68.
6. Бирюзова Е.А. Коэффициент теплопроводности как основная характеристика эффективности применения материала тепловой изоляции в теплоснабжении / Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Сб. мат. Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных с межд. участием (18–21 декабря 2012 года). — Екатеринбург: УрФУ, 2012. С. 37–40.
7. Бирюзова Е.А., Глуханов А.С. Исследование особенностей выбора способа прокладки тепловых сетей, влияющих на их энергоэффективность // Известия ЮЗГУ. Серия: Техника и технологии, 2020. №4. С. 29–41.
8. Biryuzova E.A., Glukhanov A.S. Improving energy efficiency and reliability of heating networks through the use of multilayer thermal insulation structures. International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (ICCATS 2020). September 2020. Sochi, Russia. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. Vol. 962. Issue 3.
9. Бирюзова Е.А., Глуханов А.С. Влияние способа прокладки трубопроводов на энергоэффективность тепловой сети // Вестник ПНИПУ. Серия: Строительство и архитектура, 2019. №4. С. 59–66.
10. Бирюзова Е.А., Глуханов А.С. Эксплуатационные исследования теплоизоляционных конструкций тепловых сетей объектов наземной космической инфраструктуры // Труды ВКА им. А.Ф. Можайского, 2018. Вып. 663. С. 17–22.
11. Бирюзова Е.А. Повышение энергоэффективности тепловых сетей за счёт применения современных теплоизоляционных материалов // Региональная архитектура и строительство, 2013. №1. С. 62–66.

References — see page 78.

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



В М Е С Т Е Н А Г О Д А

Современные решения с конденсационными котлами для каскадных котельных в «Русской Европе»

Современное и высокоэффективное оборудование [NAVIEN](#) будет установлено в эко-квартале «Русская Европа» — концептуально новом микрорайоне комфорт-класса в городе Калининграде. В эко-квартале будет построено шесть жилых комплексов и образовательный кластер, общая площадь составит 20 га. Проект вообрал в себя современные тренды и успешные практики мирового градостроительства.



Фото: Архитектурное бюро Asadov, asadov.ru

Жилой комплекс «Русская Европа» в городе Калининграде

Жилой комплекс «Русская Европа» имеет множество современных технических решений, предоставляющих жителям возможность комфортного проживания:

1. Автономное отопление. В качестве основного источника тепла в жилых комплексах квартала используются крышные котельные с каскадными установками на основе настенных газовых конденсационных котлов [NAVIEN NFB-98H](#), а также квартирные тепловые пункты [Heaty-Hub](#) в каждой квартире. Такая система отопления обеспечивает собственникам жилых помещений полную автономность в выборе микроклимата.

2. Энергосберегающее панорамное остекление открывает живописные виды и создаёт солнечное настроение, окна во всю стену от потолка до пола наполняют помещения светом, а тройной стеклопакет обеспечивает звуко- и теплоизоляцию.

3. Вытяжная вентиляция, трансформируемая в приточно-вытяжную с возможностью установки рекуператоров.

Преимущества автономных источников теплоснабжения на базе каскадных систем с использованием конденсационных котлов [NAVIEN](#)

[NAVIEN NFB-98H](#) — настенный газовый конденсационный котёл мощностью 98 кВт. Возможно соединение в каскад до 32 котлов без использования дополнительных контроллеров. Запатентованная конструкция теплообменника жаротрубного типа из нержавеющей стали. Диапазон регулирования 1/15 (мощность от 6,4 до 98 кВт при температурном режиме 50/30 °С). Эффективность котла — 107,7% при 50/30 °С и 98,9% при 80/60 °С. LED-дисплей с touch-панелью для удобства контроля и управления. Максимальное рабочее давление теплоносителя в системе отопления составляет 10 бар.

Каскадная отопительная система объединяет несколько котлов в одной цепочке. Каскад объединён единой системой управления, благодаря чему котельная действует как единая установка.



Фото: Архитектурное бюро Asadov, asadov.ru

Жилой комплекс «Русская Европа» в Калининграде, вид с высоты птичьего полёта



❖ Квартирный тепловой пункт [NAVIEN Heaty-Hub](#) позволяет управлять всей тепловой системой квартиры — и системой отопления, и системой ГВС

Основными преимуществами каскадной системы являются исключительная надёжность, удобство для пользователя и широкая модуляция — от минимальной мощности одного котла до максимальной, когда задействованы все котлы. С учётом этого каскадные котельные чрезвычайно эффективны и легко адаптируют мощность к теплопотерям с учётом температуры окружающей среды. Имеется возможность взаимодействия с верхними уровнями EMS/HMI, а также дистанционное управление.

Преимущества каскадной системы перед обычными системами:

1. Удобство — управление работой осуществляется контроллером, входящим в комплект котла. Контроллер постоянно измеряет температуру теплоносителя, подаваемого в систему, сравнивает её с расчётным значением и определяет, сколько котлов необходимо включить и на какой мощности.

Один из котлов каскада играет роль «ведущего» и включается первым, остальные («ведомые») подключаются по необходимости. Логика включения и выбора мощности выбирается в настройках в зависимости от системы. Автоматика управления позволяет передавать роль «ведущего» от одного котла к другому, а также осуществлять очерёдность включения «ведомых». Это обеспечивает одинаковое количество часов наработки котельного оборудования. Автоматика может управлять работой котлов (менять мощность и температуру подающей линии) в зависимости от температуры окружающей среды.

2. Экономия газа от 15 до 30%, снижение затрат на топливо. Широкий диапазон модуляции позволяет котлам большую



❖ Настенный конденсационный газовый котёл [NAVIEN NFB-98H](#) послужил основой для каскадных отопительных систем, установленных в жилом комплексе «Русская Европа»

часть времени работать с более высоким КПД. Система своевременно и безынерционно подстраивается под конкретное теплопотребление.

3. Удобство транспортировки и монтажа оборудования. Несколько настенных котлов установить или смонтировать менее трудозатратно, чем один мощный котёл. Небольшие габариты и вес настенных котлов доказывают преимущество их установки в каскад при монтаже крышных котельных.

4. Резервная мощность. Если один из котлов выйдет из строя, вся система продолжит работу на пониженной или средней мощности. В каскаде каждый котёл автономен, а при возникновении аварийной ситуации отключён будет только неисправный агрегат.

Квартирные тепловые пункты [NAVIEN Heaty-Hub](#)

Применение в схемах теплоснабжения зданий квартирных тепловых пунктов (КТП) признано на сегодняшний день самым современным инженерным решением, обеспечивающим максимальное энергосбережение для систем централизованного и автономного теплоснабжения.

[Heaty-Hub](#) позволяет управлять всей тепловой системой квартиры — и системой отопления, и системой ГВС. Габаритные размеры КТП позволяют размещать его в любом удобном месте квартиры. Рабочее давление: источник тепла — до 10,5 бар, ГВС — до 8 бар. При использовании квартирного теплового пункта потребитель может выбрать предпочтительный тип отопления (радиаторы, тёплые полы и др.), регулировать температуру воды в системе горячего водоснабжения.

Комплектация квартирного теплового пункта [Heaty-Hub](#) включает в себя:

1. Теплоизоляционный короб из огнестойкого материала EPP, который делает монтаж и использование удобнее.
2. Электронное управление (в то время как многие аналоги используют механическую термостатическую регулировку).
3. Комплектация (опционально) выносным пультом управления с датчиком комнатной температуры, позволяющим удалённо управлять комфортом в помещении посредством смартфона по Wi-Fi.
4. Датчик протечки, установленный прямо в корпусе теплового пункта.
5. Два скоростных теплообменника, обеспечивающие увеличенную производительность по ГВС.

В целом [Heaty-Hub](#) значительно упрощает систему теплоснабжения квартиры, существенно увеличивая её надёжность. ●



Как реализовать котельную в курортной зоне?

Российские горнолыжные курорты развиваются стремительными темпами. И этому есть вполне понятное объяснение. С глобальным закрытием границ из-за пандемии и ограничениями, вынужденно вводимыми именитыми европейскими курортами, жители России открывают для себя потрясающие места на территории родной страны. Одним из таких молодых и активно развивающихся курортных районов становится Архыз.

Сказать, что Архыз был неизвестен как горнолыжный курорт, было бы не совсем правильно. Сам курорт Архыз состоит из нескольких кластеров. Первый район — это, собственно, карачаевское село Архыз, оказавшееся «в нужное время и в нужном месте». Ещё с советских времён в селе работают базы отдыха и гостиницы, которые примерно до середины 2010-х годов принимали в основном летних туристов, посещавших пешеходные маршруты в окрестностях села. Также частыми гостями туристических баз в Архызе были люди, находившие здесь спасение от летних приступов сезонной аллергии.

Второй район — всесезонный туристско-рекреационный комплекс «Архыз», который находится в 10 км от села и включает в себя посёлки Романтик и Лунная поляна. Ожидается, что с дальнейшим развитием курорта здесь появятся туристические деревни Дукка, Пхия и др.

Третий район курорта — это территория между посёлком Нижний Архыз и перевалом Пхия и Главным Кавказским хребтом и хребтом Абишира-Ахуба. Границы этого района условны, потому что привязаны не к административно-территориальному делению, а к логике туристических маршрутов.

Между тем, Архыз — это не только горнолыжный курорт. Здесь находится масса маршрутов для пешеходного и конного туризма. Потрясающим преимуществом этого места являются 75 горных озёр, которые разбросаны по разным хребтам и высотам, в том числе Софийские озёра, являющиеся визитной карточкой региона. Всё это создаёт отличные возможности для яркого, незабываемого отдыха.

Архыз — это не только горнолыжный курорт. Здесь находится масса маршрутов для пешеходного и конного туризма. Потрясающим преимуществом этого уникального места являются 75 горных озёр

Растёт необходимость в развитии средств размещения на курорте. Сейчас они представлены самыми разными вариантами. Несмотря на то, что количество отелей и гостиниц пока остаётся небольшим, в сравнении с другими курортами, новые отели строятся, и гости курорта найдут себе варианты, подходящие им по уровню услуг и удобству размещения.



❖ Курортный район Архыз — это прежде всего уникальная природа

Один из таких новых отелей в Архызе примет гостей в зимнем сезоне 2021/2022, и о нём мы расскажем подробнее с инженерной точки зрения.

Отель представляет собой комплекс зданий, выполненных в традиционном альпийском стиле, — домики-шалы со всеми удобствами. Главный корпус отеля включает в себя спа-зону, где находятся баня с влажным паром, сауна с сухим паром, хамам, массажные кабинеты и другие помещения для релаксации.

Особенность отеля — это открытый бассейн объёмом 50 м³ с эффектом испарения и очень красивым видом на горы.

Источником теплоснабжения отеля является теплогенераторная тепловой мощностью 300 кВт, которая через тепловые пункты в шале обеспечивает номера горячей водой и отоплением. Установленные котлы нагревают также и открытый бассейн. В теплогенераторной смонтирован каскад из трёх настенных конденсационных котлов [BAXI Luna Duo-tec MP+ 1.110](#). Топливом для котлов является сжиженный газ, поступающий в котельную из газгольдера.

Применение конденсационных котлов [BAXI Luna Duo-tec MP+ 1.110](#) на объекте было обусловлено несколькими причинами. Во-первых, источник теплоснабжения находится на туристско-рекреационной территории особой экономической зоны «Архыз», и к его монтажу предъявлялись повышенные требования по экологичности. Конденсационные котлы [BAXI Luna Duo-tec MP+](#) имеют низкие показатели по содержанию вредных веществ в уходящих дымовых газах и с успехом соответствуют строгим требованиям к выбросам



продуктов сгорания. Несмотря на то, что пока в России повсеместно не действуют такие строгие нормы, как в зоне «Архыз», именно здесь низкий уровень выбросов вредных веществ стал основным фактором при выборе настенных котлов [Luna Duo-tec MP+](#). Ведь выбросы газов NO_x и CO₂ у них в пять-семь раз ниже, чем у традиционных котлов.

Во-вторых, помещение, где находится источник теплоснабжения, довольно компактное. Каскадное решение позволило эффективно использовать предусмотренную проектом площадь помещения, котлы расположены максимально близко друг к другу — между соседними котлами всего 2 см. К уникальному преимуществу настенных моделей стоит отнести удобство их расположения. Дымоходы выходят наверх; трубопроводы подающей и обратной линии, а также подвод газа размещены снизу котлов. Причём все эти элементы находятся строго в габаритных размерах котла и не требуют никакого дополнительного места для размещения. Зона для обслуживания котлов находится только спереди, поэтому котлы в каскаде и устанавливаются практически вплотную друг к другу. Место, занимаемое настенными конденсационными моделями в теплогенераторной, будет минимальным, особенно с учётом необходимой зоны для обслуживания.

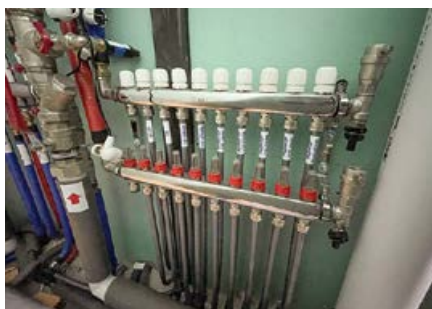
В-третьих, при строительстве отеля важна была оперативность монтажных работ. На объекте были использованы гидравлические аксессуары [BAXI](#). При их применении отсутствует необходимость делать замеры, подгонять трубы и рассчитывать диаметр общего коллектора — производитель это уже продумал.



И проектирование, и монтаж объекта выполнены действительно качественно и в короткие сроки. На этом объекте гидравлические элементы обвязки котлов размещаются под котлами и включают в себя предохранительные и обратные клапаны, энергоэффективные циркуляционные насосы с модуляцией, запорные краны, общий подающий и обратный коллекторы и подвод газа, гидравлический разделитель, а также датчик общей подающей линии и кабель каскада.

С точки зрения автоматизации применена схема соединения всех котлов в единую систему и работа в погодозависимом режиме с единой расчётной температурой в подающей линии

С точки зрения автоматизации применена схема соединения всех котлов в единую систему и работа в погодозависимом режиме с единой расчётной температурой в подающей линии. При этом именно у конденсационных котлов возможно выбрать два режима работы: классический и параллельный. При классическом режиме при недостатке мощности или при медленном достижении расчётной температуры включается дополнительный котёл в каскаде и начинает наращивать свою мощность. При параллельном режиме все котлы работают одновременно и синхронно модулируют свою мощность в ответ на изменение нагрузки системы отопления или ГВС. Именно этот режим позволяет дольше работать в более эко-



номичном для конденсационных котлов сниженном режиме и достигать высоких значений среднегодового КПД установки.

Проектирование и монтаж выполнила ставропольская компания ООО «Инженерный центр «Фаренгейт Сервис», для которой подобные объекты являются визитной карточкой в регионе — во многом благодаря преимуществам оборудования.



В подобных котельных дымоход потребует меньших вложений, он может быть максимально коротким и небольшого диаметра. Благодаря лёгкости и компактности оборудования, здание котельной и перекрытия обойдутся существенно дешевле. Монтаж конденсационных настенных котлов по сравнению с напольными стальными гораздо проще и не требует спецтехники. Пусконаладочные работы значительно облегчаются, ведь горелочное устройство встроено в котёл и уже настроено под его мощность, требуется лишь проверка качества сгорания.

Если подходить к процессу оснащения теплогенераторной объектов туристической инфраструктуры комплексно и на самом раннем этапе, то такая котельная способна стать для собственника отеля дешевле традиционной уже на моменте монтажа и в дальнейшем экономить энергоресурсы долгое время с минимальными эксплуатационными затратами. ●



Тепловой насос для детского сада

[De Dietrich](#) в своих реализованных проектах в России делает ставку на максимально энергоэффективные решения, которые имеются в большом количестве в ассортименте котельного производителя. Но если конденсационные котлы данного бренда уже успешно работают на многих объектах в нашей стране уже более десяти лет, то такое оборудование, как тепловые насосы, ещё не имеет столь же массовой практики успешного применения.



❖ Фото 1. Детский сад №6 в селе Берёзовик Новгородской области

Тем интереснее успешная практика установки геотермального теплового насоса [GSHP 27 TR](#) в рамках энергосервисного контракта для отопления детского сада в Окуловском районе Новгородской области. Данный проект по праву стал «Проектом года» для [De Dietrich](#), удостоившись приза за первое место в одной из номинаций на федеральном конкурсе.

Восьмого октября 2021 года вице-премьер Правительства РФ Марат Хуснуллин назвал победителей пятого ежегодного конкурса «Лучшая муниципальная практика». В этом году в конкурсе впервые могли принимать участие муниципальные округа, а количество призовых мест было увеличено до пяти в каждой номинации. По итогам были определены 50 победителей из 36 регионов России. От Новгородской области лучшими признаны три муниципальные практики из Великого Новгорода, Парфинского и Окуловского районов. За победу полагаются призовые деньги, которые будут предоставлены в виде дотаций бюджетам регионов на премирование победивших

в конкурсе муниципальных образований. Таким образом, в рамках конкурса Окуловский район получит 20 млн руб.

Практика из Окуловского района по использованию геотермального теплового насоса [De Dietrich GSHP 27 TR](#) (фото 1, 2)

Уникальность данной практики заключается в снижении затрат на отопление социально значимых объектов, повышении стабильности подачи тепла, а также в снижении нагрузки на электросеть. Источником тепла может быть любая среда вне помещения, температура которой зимой выше 0 °С

для отопления помещений филиала детского сада №6 в селе Берёзовик заняла первое место в номинации «Градостроительная политика, обеспечение благоприятной среды жизнедеятельности и развитие жилищно-коммунального хозяйства».



❖ Фото 2. Установка теплового насоса [De Dietrich GSHP 27 TR](#) в действующей котельной

Уникальность данной практики заключается в снижении затрат на отопление социально значимых объектов, повышении стабильности подачи тепла, а также в снижении нагрузки на электросеть. Источником тепла может быть любая среда вне помещения, температура которой зимой выше 0°C: «зелёная» энергетика, непромерзающий водоём или река, колодец с достаточным количеством воды или грунт ниже точки промерзания. В результате реализации проекта потребление электроэнергии снижается на 40% в первый год эксплуатации.

Предпосылки для реализации этого проекта возникли, с одной стороны, из-за потребности учреждения во внедрении энергосберегающих мероприятий согласно [Федеральному закону РФ №261-ФЗ «Об энергосбережении...»](#). С другой стороны, для компании «[РУС-ТЭК Энергоаудит](#)», инициатора проекта, существовала возможность испробовать энергосервисный контракт с максимально энергоэффективным источником тепла (тепловым насосом) и получить хорошие показатели экономии электроэнергии при достаточно высоком тарифе. В итоге целью проекта стала модернизация действующей котельной с электродотлами мощностью 60 кВт для нужд отопления детского сада площадью около 572 м².

В результате был заключён энергосервисный контракт, в рамках которого дошкольное учреждение не несло затрат на модернизацию котельной, но большую часть сэкономленных на электроэнергии средств обязалось выплачивать компании «[РУС-ТЭК Энергоаудит](#)» на протяжении срока контракта. Энергосервисная компания приобретала тепловой насос, осуществляла проектные, подготовительные, монтажные работы, а также ввод и непосредственную эксплуатацию теплового насоса с обязательством устранения всех неполадок на протяжении действия контракта. Обязательства и затраты казались значительными, но расчётная выгода от экономии электроэнергии при реализации проекта была достаточной для внедрения идеи в жизнь.

Так, для базисного периода до реализации проекта 2018 года затраты электроэнергии на отопление по факту составили 109 756 кВт·ч или 654 915 руб. Согласно проведённому расчёту, планировалось сократить потребление электроэнергии примерно в два раза при учёте сохранения старой высокотемпературной системы отопления и работе электрических котлов для компенсации недостающей мощности и температуры нагрева, а также для резервирования теплового насоса.



•• Фото 3. Монтаж геотермального контура



•• Фото 4. Подготовка траншей для укладки горизонтального геотермального контура

В качестве источника низкопотенциального тепла был выбран грунт, поскольку имевшаяся территория была достаточна для монтажа горизонтального геотермального контура, и данный вид теплового насоса мог обеспечить постоянную мощность при различных уличных температурах (в отличие, например, от воздушных тепловых насосов).

В качестве оборудования для модернизации котельной был выбран геотермальный тепловой насос [De Dietrich GSHP 27 TR](#) самой высокой мощности с буферным баком GT 200 для разделения со старой системой отопления, уменьшения тактования оборудования и обеспечения постоянного номинального расхода теплоносителя через тепловой насос.

Для уменьшения капитальных вложений была выбрана простая, многократно отработанная и надёжная схема теплового насоса с горизонтальным геотермальным контуром

В качестве циркуляционных насосов геотермального контура и контура теплоносителя применены модулирующие энергоэффективные насосы — в том числе для снижения затрат на электроэнергию, особенно учитывая, что их потребление электроэнергии добавляется к затратам электричества самого теплового насоса.

Автоматика теплового насоса [Diematic iSystem](#) настроена в погодозависимом режиме и с дистанционным контролем комнатной температуры в отапливаемом помещении. Таким образом, автоматически поддерживается минимальная, но достаточная температура подающей линии теплового насоса для нужд отопления.

При расчётных температурах выше 62°C или при медленном нагреве до заданной температуры автоматика теплового насоса [De Dietrich](#) подаёт команду на включение электродотла для компенсации недостающей мощности или потенциала нагрева. Таким образом, система отопления смогла работать без модернизации, увеличения количества радиаторов, изменения схемы обвязки, что, однако, могло бы принести дополнительный эффект, но осталось за рамками реализации данного проекта.

Для уменьшения капитальных вложений в проекте стояла задача снизить затраты на геотермальный контур, используя свободную территорию, в избытке предоставленную возле учреждения. Поэтому была выбрана простая, но надёжная схема с горизонтальным геотермальным контуром (фото 3 и 4). Он состоял из 11 петель длиной 100 м ПНД-трубы DN25, уложенных в траншеи длиной примерно по 50 м и шириной 0,6 м. Расстояние между траншеями составило 0,6 м, глубина залегания труб — 1,3 м.



❖ Фото 5. Вид на площадку с геотермальным контуром после сезона работы

Петли горизонтального контура были сведены в коллектор диаметром DN63, далее в котельную проходит общая трасса длиной 40 м непосредственно до теплового насоса. В итоге расход «рассола» (рабочего тела) в геотермальном контуре обеспечен на уровне около 4,5 м³/ч, а температурный график стабильно показывает в зимнем режиме от -4 до 0°C, что говорит о стабильной и корректной работе геотермального контура. Несмотря на расхожее заблуждение, что земля в месте установки подобного контура якобы становится непригодной для растений, поздно оттаивает и тому подобное, можно убедиться (фото 5), что найти места залегания коллекторов визуальным образом невозможно с первого же лета после установки оборудования, и каких бы то ни было неудобств данное сооружение не вызывает.

Запуск теплового насоса [De Dietrich](#) состоялся в конце 2019 года (фото 6 и 7), и за два года работы была показана высокая эффективность оборудования, которая подтверждается ежемесячной экономией по документам в рамках исполнения энергосервисного контракта.



❖ Фото 6. Общий коллектор геотермального контура в обслуживаемом колодце



❖ Фото 7. Пусконаладка теплового насоса



❖ Фото 8. Геотермальный тепловой насос [De Dietrich GSHP 27 TR](#) с буферным баком GT 200

Так, например, в октябре 2020 года, когда мощности и температуры теплового насоса было достаточно для покрытия всех потребностей в отоплении здания, затраты составили всего 3031 кВт·ч против 19 948 кВт·ч в базисном периоде (более чем в 6,5 раз меньше!). Отчасти это было связано с более тёплой погодой относительно базового периода и с эффектом применения автоматики. В итоге экономия составила рекордные 106 882 руб. за месяц, что значительно превысило расчётные показатели. Таким образом, для



❖ Тепловой насос [De Dietrich](#) серии [GSHP](#)

всех сторон проекта была достигнута обоюдная польза. Дошкольное учреждение экономит энергоресурс и остаётся после срока действия контракта с современным энергоэффективным теплогенерирующим оборудованием. Энергосервисная компания возвращает вложенные в проект инвестиции, получая также ежемесячную прибыль.

Приятно отметить, что со времени принятия [Федерального закона №261-ФЗ «Об энергосбережении...»](#) сложность и инновационность проектов непрерывно растёт, охватывая всё новые сферы. Видя это, команда [De Dietrich](#) готова содействовать подобным смелым инициативам и оправдывать ожидания в собственных накопленных компетенциях и высочайшем качестве предлагаемого теплогенерирующего оборудования.

Также в рамках энергосервисных контрактов были реализованы проекты с воздушными тепловыми насосами [De Dietrich](#) серии [Alezio](#) (для отопления) и [Kaliko](#) (для горячего водоснабжения) в городах Вятка и Окуловка Новгородской области. Хотелось бы надеяться, что со временем тепловые насосы найдут своё локальное применение с подтверждённой эффективностью не только в узкопрофессиональной среде, но и в гораздо более широком спектре проектов частного и коммерческого назначения. ●

Обустройство крышных котель- ных для второй очереди офисного парка Comcity, фаза «Браво»

Бум строительства крышных котельных пришёл на конец 1990-х и начало 2000-х годов. Из-за отсутствия на тот момент соответствующих нормативных документов, опытных проектировщиков и квалифицированного персонала он постепенно затих. Однако с появлением новых правил, руководящих документов, технологий, материалов, специалистов, а также по экономическим причинам этот тип источников теплоснабжения сегодня стал весьма востребованным...



В качестве нескольких основных преимуществ крышных котельных, по сравнению с другими типами размещения, можно выделить отсутствие затрат на приобретение земельного участка. Особенно это имеет значение в крупных городах с плотной застройкой, высокими ценами на землю и постоянным её подорожанием. Для генерирования тепла используется новое энергоэффективное оборудование с высокой степенью автоматизации: котлы, теплообменники, накопительные баки и пр. При этом тепло производится прямо в местах потребления, что обеспечивает отсутствие потерь при его распределении. В системе нет потерь теплоносителя, а значит, не требуется подпитка сети и дополнительное оборудование для этого. Система работает в благоприятном гидравлическом режиме, поскольку котельные расположены выше потребителей, поэтому отсутствует гидростатическое давление столба воды на котлоагрегат, трубы и арматуру. Для отвода продуктов сгорания не требуется сооружение высоких и дорогостоящих дымовых труб. Важна также независимость потребителей тепла от централизованного теплоснабжения с его сезонными и аварийными отключениями отопления и ГВС.



«Крышные котельные занимают меньше места, очень энергоэффективные, за счёт отсутствия теплотрасс не требуют дополнительного оборудования, всё тепловое распределение происходит в самой котельной, что делает их менее затратными, — поясняет руководитель проекта второй очереди Comcity Сергей Уткин, заместитель директора филиала АО «Мособлгаз Юг». — Учитывая всё это, по мере развития технологий, крышные котельные могут получить более массовое применение в будущем.»



Бизнес-центр Comcity (Москва) — один из ярких примеров обустройства крышных котельных. Крупномасштабный проект реализуется на основе экологических «зелёных» технологий, отвечает требованиям к офисной недвижимости класса А. Это современные планировочные и дизайнерские решения, инженерные коммуникации, автоматизированные системы обеспечения комфорта и безопасности. Общая площадь офисного парка — 45 га.

При проектировании и строительстве использовались современные энергосберегающие технологии, включая хранилища холода, охлаждающие балки вместо фанкойлов, технологии повторного использования воды, фасады с улучшенными теплофизическими характеристиками.



Строительство объекта осуществляется в две фазы («Альфа» и «Браво») и в данный момент продолжается. Первая очередь уже эксплуатируется, сдача второй запланирована на второй квартал 2022 года. Второй этап представляет собой объёмное планировочное продолжение первой очереди «Альфа». Общая площадь объекта «Браво» составляет 103 тыс. м², он включает в себя два офисных здания (61 тыс. м²) и четырёхзвездочный отель на 150 номеров. Резидентами комплекса уже стали несколько крупных компаний. Объём инвестиций в проект второй очереди составляет около 10 млрд руб.

Теплоснабжение объекта «Браво» — это совместный проект производителя теплооборудования компании [WOLF](#) и предприятия «[Мособлгаз](#)».

Нетипичные условия проектирования

Технические условия для строительства крышных котельных для фазы «Браво» существенно отличались от подобных для первой очереди «Альфа» сразу несколькими нестандартными требованиями. Во-первых, необходимо было уложиться

в лимит расхода газа. Исходя из этого, необходимо было рассчитать соответствующее ему количество котлов и распределить их по двум котельным. В противном случае не удалось бы ни согласовать проект, ни тем более построить котельные.

Во-вторых, повторить решения, использованные для проекта «Альфа», запущенного в 2014 году, не представлялось возможным в связи с изменением норм и правил, а также с появлением новых технологий. В-третьих, для подключения котельных требовалось выполнить две врезки в действующий газопровод.

Выбор оборудования

В результате длительного планирования и изучения имеющихся на рынке предложений заказчик остановил свой выбор на теплогенерирующем оборудовании от [WOLF](#), уже зарекомендовавшего себя как одного из лидеров в этой области.

Помимо качественных характеристик, котельные установки также максимально соответствуют новым нормам и правилам проектирования и обустройства крышных котельных ([СП 373.1325800–2018](#)).



В состав основного теплогенерирующего оборудования вошли энергосберегающие конденсационные котлы [WOLF](#) моделей [MGK-2-800](#) и [MGK-2-1000](#) — они более лёгкие благодаря теплообменнику из алюминий-кремниевому сплаву, занимают меньше места, обладают модульной компоновкой, а также удобны в обслуживании. Помимо этого, котлы имеют КПД до 99% (по нижней теплоте сгорания).

Работа над проектом продолжалась около года ввиду его нестандартности с точки зрения увязки всех инженерных узлов между собой. Требовалось правильно распределить тепловую нагрузку по отоплению, вентиляции и горячему водоснабжению. Для этого проводилась плотная совместная работа с архитекторами и проектировщиками объекта вплоть до согласования расположения котельных агрегатов, газопроводов, дымоходов, вентиляции и других элементов с учётом удобства их эксплуатации и обслуживания.

В процессе проектирования максимально учитывались широкие технические возможности современных котлов [WOLF](#) с регулируемым режимом работы. Стало возможным значительно сэкономить на вентиляции и отоплении объекта, благодаря использованию модуляции котлов в диапазоне от 17 до 100%.

По завершении проекта, в соответствии с законодательством РФ ([№116-ФЗ](#)), была проведена государственная экспертиза проектной документации. Проверка прошла успешно, её результат был занесён в базу [Единого государственного реестра заключений](#).

Итоги

Всего в рамках проекта были построены три крышные котельные, из них две мощностью 5,1 и 4,8 МВт (всего шесть котлов) для бизнес-центра и одна мощностью 2,2 МВт (всего четыре котла) для гостиничного комплекса. Строительство котельной продолжалось около года. В настоящее время котельная работает в режиме пуска-наладки и готовится к полноценному запуску. Проект предусматривает каскадную, полностью автоматизированную схему работы котлов.

В настоящее время генеральный подрядчик, компания [Renaissance Construction](#), обустраивает и готовит к сдаче в эксплуатацию инженерные сети. Сами же компании [WOLF](#) и «[Мособлгаз](#)» находятся в ожидании данных по теплосъёму, чтобы провести окончательные пусконаладочные работы и ввести котельные в эксплуатацию, поскольку вентиляция является основной тепловой нагрузкой данного объекта. ●



Флексален-сан

Тепло и горячая вода для загородной резиденции консульства Японии во Владивостоке

Применение гибких многотрубных предварительно теплоизолированных трубопроводов [Flexalen](#) позволило проложить инженерные сети сложной конфигурации для здания загородной резиденции консульства Японии во Владивостоке без дополнительных соединений, в кратчайшие сроки и с сохранением ландшафта.

Среди деревьев и камней гибкий путь теплу жилища проложен...

Не являясь мастером хокку (жанр традиционной японской лирической поэзии), я не удержался, чтобы не начать описание проекта с этих строк, и не просто так, а по поводу. Как говорится, навеяло...

В 2021 году российское производственное отделение [Thermaflex International Holding](#) закончило поставку гибких предварительно теплоизолированных трубопроводов [Flexalen](#) и комплектующих для реконструкции инженерных сетей теплоснабжения и ГВС здания загородной резиденции консульства Японии во Владивостоке. После восстановления во Владивостоке генерального консульства Японии здание использовалось как загородная резиденция консула и приезжавших во Владивосток официальных японских представителей. Это было здание старой постройки. Неудивительно, что многие инженерные коммуникации находились в плачевном состоянии и поддерживались в работе только за счёт многочисленных локальных ремонтов.

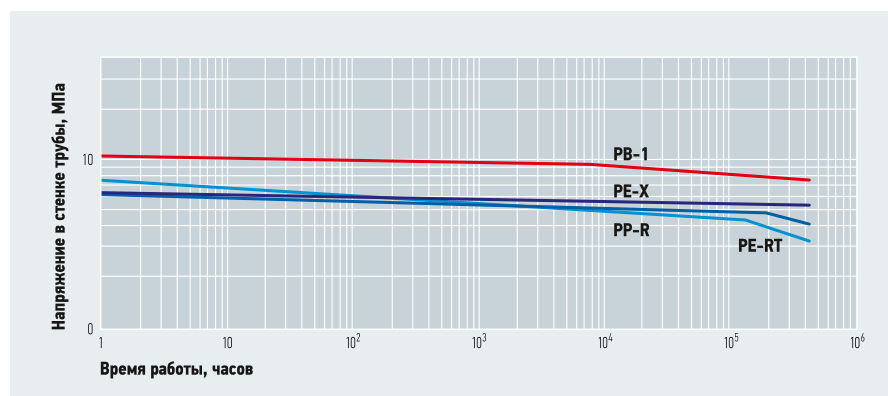
И вот, наконец, настал момент, когда пришло решение закрыть проблему теплоснабжения и горячего водоснабжения радикально и надолго, ведь срок службы теплоизолированных трубопроводов из полибутилена [Flexalen](#) составляет не менее 50 лет согласно [ГОСТ 32415-2013 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним...»](#).

Прагматичные японцы решили закрыть вопрос с инженерными сетями один раз и надолго... В качестве материала для выполнения столь ответственного мероприятия были выбраны гибкие предварительно теплоизолированные трубопроводы из полибутилена [Flexalen](#), производимые [Thermaflex International Holding](#).



❖ Одно- и двухтрубный гибкий предварительно теплоизолированный трубопровод [Flexalen](#)

Отличительной особенностью данных трубопроводов является то, что в их основе лежит уникальный материал полибутилен (полибутен) PB-1, который превосходит по основным свойствам такие широко распространённые материалы, как сшитый полиэтилен (PE-X), полипропилен (PP) и полиэтилен повышенной термостойкости (PE-RT). В частности, полибутилен обладает наилучшими прочностными показателями и показателями долговременной прочности* (Minimum Required Strength, MRS) — рис. 1.



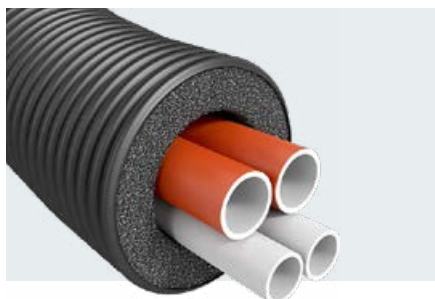
❖ Рис. 1. Кривые регрессии материалов PB-1, PE-X, PP-R и PE-RT

* Согласно европейским стандартам ISO 15875-2 (для PE-X), ISO 15876-2 (PB-1), ISO 15874 (PP-R) и ISO 22391-2 (для PE-RT). Это также нашло своё отражение в ГОСТ Р 56730-2015 «Трубы полимерные гибкие с тепловой изоляцией для систем теплоснабжения».

Автор: А.В. МАКСИМЕНКО, руководитель направления [Flexalen](#) ООО «Термафлекс. Изоляция+», российского отделения [Thermaflex International Holding b.v.](#)

В химической промышленности полибутен (полибутен) PB-1 широко применяется для создания компаундов для улучшения свойств других термопластичных эластомеров.

При планировании реконструкции инженерных сетей для сохранения ландшафтного дизайна на территории, прилегающей к зданию загородной резиденции консульства Японии, было принято решение проложить гибкие предварительно теплоизолированные трубопроводы [Flexalen](#), которые за счёт своей гибкости позволяют проходить трассы сложной конфигурации без дополнительных соединительных элементов. Также, с учётом характера объекта и графика его посещения, важной задачей было сокращение сроков проведения работ и минимизация воздействия на ландшафт.



❖ Четырёхтрубный гибкий предварительно теплоизолированный трубопровод [Flexalen](#)

Для уменьшения объёма земляных работ и сокращения сроков производства работ, а также минимизации тепловых потерь в процессе дальнейшей эксплуатации была выбрана многотрубная система [Flexalen-1000+](#), в которой трубопроводы отопления (подающий и обратный трубопроводы) и трубопроводы горячего водоснабжения (подающий и рециркуляционный) объединены в одном теплоизолированном кожухе. Это существенно упрощает процесс прокладки трубы и сокращает сроки производства работ, так как приходится прокладывать одну трубу, а не четыре отдельных.

Трубопроводы, в свою очередь, заключены в высокоэффективную теплоизоляцию из вспененного полиэтилена с закрытой ячеистой структурой, которая не подвержена воздействию влаги, а для защиты от механического воздействия грунта вся система дополнительно защищена наружным гофрированным полимерным кожухом с добавлением карбона. Такие трубопроводы обладают повышенной гибкостью за счёт использования высокоэластичной теплоизоляции из вспененного полиэтилена и гофрированного внешнего кожуха. Также подобные трубопроводы



❖ Супернебоскрёб «Бурдж-Халифа» в Дубае (ОАЭ) — самое высокое (829,8 м) здание в мире

существенно эластичнее аналогичных систем с пенополиуретановой изоляцией (ППУ), что значительно упрощает работу с трубопроводами.

Трубопроводы из полибутена PB-1, благодаря своим уникальным свойствам, уже давно заняли в мире место материала для высокотехнологичного строительства и отлично зарекомендовали себя как во внутренних, так и в наружных инженерных сетях на самых ответственных и эксклюзивных объектах, таких как самое высокое здание в мире «Бурдж-Халифа» (Burj Khalifa) в Объединённых Арабских Эмиратах, небоскрёб «Башня Цзинь Мао»



❖ Небоскрёб «Башня Цзинь Мао» высотой 420,5 м в городе Шанхае (КНР)

(Jin Mao Tower) в Китае, Лондонский королевский зал искусств и наук (Royal Albert Hall) в Великобритании и многих других.

Гибкие предварительно теплоизолированные трубопроводы на основе полибутена широко используются в наружных тепловых сетях в Европе, а с 2004 года — и на всей территории России от Калининграда до Владивостока. По всему миру смонтированы тысячи километров таких трубопроводов. В Великобритании, по данным KWD Market + Charts: «Plumbing and Heating Europe 2006», только за далёкий 2006 год применение труб из полибутена достигло 11 млн метров и превысило совокупное потребление труб из полиэтилена: сшитого полиэтилена (PE-X), полиэтилена (PE) и полиэтилена повышенной термостойкости (PE-RT). Россия также по достоинству оценила все преимущества данного материала и продолжает наращивать его применение, как в наружных тепловых сетях, так и во внутренних инженерных системах зданий.



❖ Здание Лондонского королевского зала искусств и наук имени принца-конорта Альберта

Также стоит отметить тот факт, что при использовании труб [Flexalen](#) есть возможность смонтировать полностью полимерную систему без промежуточных стальных элементов, что позволяет повысить надёжность всей системы. Трубы из полибутена можно соединять не только при помощи традиционных компрессионных металлических или латунных фитингов, но и посредством высоконадёжных гомогенных (однородных) сварных соединений из полибутена, которые не заужают внутренний диаметр трубопровода, то есть обладают лучшими гидравлическими характеристиками. Соединение труб из полибутена может осуществляться как с использованием раструбных сварных соединений (эта технология аналогична сварке полипропилена), так и с помощью высокотехнологичной электрофузионной (электромуфтовой) сварки, при которой достигается максимальная технологичность, а влияние человеческого фактора минимизируется за счёт автоматизации процесса сварки. ●

Бархатная реновация

Реновация газовых котельных — обновление оборудования с сохранением проектного решения — сравнительно лёгкий способ получить современную отопительную систему. Сегодня посмотрим, как с этим справляются специалисты [FRISQUET](#).



Минутка истории

Считается, что первый отопительный котёл был создан французским изобретателем [Дени Папеном](#) на рубеже XVII–XVIII веков. В тот момент горючим служил обычный уголь. Двести лет спустя появились котлы, работающие на газовом топливе. А ещё через полвека, в 1948 году, другой француз, [Морис Фриске](#), разработал компактный газовый теплогенератор, автоматически управляющий температурой теплоносителя. Тогда и началась история котлов [FRISQUET](#).

В 1990-х годах, когда в нашей стране достаточно массово стали возводиться автономные ИТП, а также появляться крышные котельные и коттеджные посёлки с автономным отоплением, компания [FRISQUET](#) открыла своё российское представительство. Пятилетка 1997–2002 годов стала ударной. В этот период были построены десятки коллективных и тысячи индивидуальных котельных на базе французских компонентов премиум-класса. Флагманским продуктом компании, ориентированным на коммерческое использование, в то время стали газовые напольные модульные котлы серии [UTM](#). Важнейшим их преимуществом, помимо отличных эксплуатационных характеристик, была возможность замены отдельных сегментов. Даже если какой-то модуль котла выходил из строя, его можно было заменить, не останавливая подачу тепла и горячее водоснабжение.

Здесь стоит вспомнить другой известный премиум-бренд — Rolls-Royce. Britанцы любят напоминать, что 65% автомобилей этой компании, выпущенных когда-либо, до сих пор находятся на ходу.

Современное газовое оборудование может работать очень долго при условии регулярно квалифицированного обслуживания. И до сих пор в России это было определено законодательно [Постановлением Правительства РФ №410](#) и [приказом Ростехнадзора №613](#)

Так и с котлами [FRISQUET](#) — большая часть теплогенераторов, установленных в 1990-х годах, успешно работает и в наши дни. Прошло уже два десятилетия — номинальный срок службы французского теплогенерирующего оборудования. Но, если в Европе такое можно было бы считать лишь началом многолетней работы (есть примеры котлов, работающих по 50 лет!), то суровая российская действительность вносит свои поправки.

Особенности национального отопления

Поправка первая: юридическая

Современное газовое оборудование может работать очень долго при условии регулярного квалифицированного обслуживания. И до сих пор в России это было разрешено законодательно. [Постановление Правительства РФ №410 «О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования»](#) определило следующий порядок: по истечении срока службы котлов, определённого производителем, специализированная организация должна была проводить их техническую диагностику и выдавать заключение, которое позволяло бы продлить эксплуатацию на пять лет. После этого процедуру требовалось повторять. Порядок диагностирования в таком случае регулировался [приказом Ростехнадзора №613](#).

Однако 6 августа 2020 года вышло [Постановление Правительства РФ №1192 «О признании утратившими силу некоторых нормативных правовых актов»](#). Это постановление отменило [приказ №613](#). И до сих пор нормативного отечественного документа о диагностировании газового оборудования не существует. Другими словами, хотя [Постановление Правительства РФ №410](#) действует, но продлить отмеренный производителем срок службы теперь невозможно — соответственно, формально все старые устройства подлежат замене. Газоснабжающая организация в такой ситуации имеет полное право приостановить подачу газа на основании указанного документа.



В данном случае некоторые владельцы даже исправно функционирующих котельных предпочитают не рисковать и провести реновацию, заменив оборудование, отработавшее два десятка лет. Тем более что для этого есть и другие поводы.

Поправка вторая: **эксплуатационная**

Газовые котлы **FRISQUET** действительно способны работать десятилетиями, но всё же не являются вечными. Грамотная установка и регулярное обслуживание критически важны для длительной эксплуатации оборудования, поэтому регламентные работы и быстрое реагирование на проблемы становятся залогом исправной службы теплогенераторов. Квалифицированный персонал должен регулярно чистить горелки, следить за работой систем вентиляции и водоподготовки, проверять дымовые трубы, контролировать утечки и т.д.

К сожалению, далеко не каждая котельная обслуживается надлежащим образом. Обвинять в этом можно наши национальные особенности, ведь чего только стоят поговорки «Работает — не трогай», «Хороший стук сам себя проявит» и многочисленные пословицы про «русский авось»! Стоит потесовать и на всё ещё недостаточный опыт эксплуатации ИТП, и на часто меняющихся владельцев оборудования, и на слабую культуру техобслуживания в целом. Играть роль и особенности котлов **FRISQUET** — надёжная конструкция устройств создаёт впечатление «неубиваемости», а модульность серии **UTM** приводит к тому, что котельная продолжает исправно работать даже после выхода из строя нескольких секций. В этих условиях владельцы и эксплуатанты таких комплексов зачастую откладывают или отменяют регламентные работы, а некоторые устройства функционируют и вовсе без обслуживания.

Поправка третья: экономическая

Агрегаты — хотя и старые, но работают исправно, и все документы в порядке? Даже в такой ситуации реновация котельной имеет смысл. С 1990-х годов сменилось уже два поколения котлов **FRISQUET**, и современные устройства функционируют намного эффективнее.

Далеко не каждая отечественная котельная обслуживается надлежащим образом вследствие многих факторов, в числе которых наши национальные особенности

«Факт, на который многие не обращают внимания: на самом деле теплогенератор премиум-класса обходится дешевле, — подчёркивает Роман Гладких, технический директор **FRISQUET**. — Конечно, само устройство может стоить дороже моделей эконом-класса, однако следует помнить, что 90 процентов стоимости отопительной системы в течение жизненного цикла — это эксплуатационные затраты. За 20 лет службы современный котёл с КПД выше 95 процентов поможет сэкономить на топливе и обслуживании суммы, многократно оправдывающие его цену. А надёжность оборудования позволит отложить капитальные затраты на покупку нового теплогенератора на несколько десятилетий. При условии регулярного обслуживания, конечно».

Учитывая постоянно растущую цену газа, увеличенный КПД новых котлов позволит постоянно экономить на платежах газоснабжающей организации и задолго до истечения срока службы способен оправдать даже досрочную реновацию.



Как совместить несовместимое

Как выглядит реновация в реальной жизни? Обратимся к опыту «Хаустека», одной из ведущих инженеринговых компаний Подмосковья. Недавно её специалисты закончили интересный проект на западе области. Рассказывает глава компании Леонид Былинин: «Представители ресторанного комплекса в Одинцовском районе обратились к нам после поисков решения своей проблемы. В их автономном отопительном пункте работали две котельные **FRISQUET** серии **UTM** мощностью по 500 киловатт каждая. Один десятисекционный комплекс отвечал за отопление и вентиляцию, другой — обеспечивал ГВС. К сожалению, пункт теплоснабжения обслуживался недостаточно профессионально, в результате чего за время эксплуатации 60 процентов модулей вышло из строя. Неудивительно, что мощности отопления стало не хватать.

Основная проблема заключалась в том, что модули серии **UTM** уже не выпускаются. Все складские запасы исчерпаны, а потому заменить вышедшие из строя секции уже было нереально. Поставить же современные решения **FRISQUET** серии **Evolution** тоже казалось невозможным — у новых котлов не только другие физические разъёмы для подключения, но и совершенно иная логика работы автоматики.

Предполагалось, что у клиента осталось лишь два выхода: либо закрывать объект на год и монтировать полностью новую систему на основе современного оборудования, либо параллельно строить котельную и затем переключаться на неё. Оба варианта, разумеется, крайне затратные. Однако наши специалисты смогли выйти из этой ситуации с минимальными потерями для клиента.



Мы заменили ровно половину модулей на новые, при этом ресторанный комплекс не закрывался — все работы были проведены в течение трёх месяцев без прекращения подачи тепла».



В результате удалось сохранить существующую котельную и газовые и водяные коллекторы. Благодаря тому, что проектное решение не было изменено, дополнительных согласований с регулирующими органами не потребовалось (в противном случае пришлось бы пойти на определённые затраты и заложить дополнительное время на реновацию). Для соединения новых котлов с коллекторами, дымоходами и коммуникациями специалисты компании «Хаустек» разработали специальные механические узлы.

Самым сложным было создание интегрированного электронного шкафа управления котельной, который работал бы одновременно и со старыми, и с новыми модулями.

Казалось бы, современная погодозависимая автоматика на основе цифровых интерфейсов несовместима со старыми котлами из 1990-х годов, однако специалисты компании «Хаустек» смогли решить эту непростую задачу. Была разработана схема, которая позволила подключить к одному шкафу модули разных поколений. В переходный период автоматика будет управлять одновременно котлами **UTM** и **Evolution**, а затем, по мере замены всех устаревших секций на новые, без дополнительных переделок станет полноценным управляющим центром котельной.

«Проделанная нашей компанией работа позволила создать готовое решение для эксплуатантов модульных теплогенераторов серии **UTM**, — считает Леонид Былинин. — С помощью нашей автоматики они могут заменять лишь те секции, что вышли из строя, сохраняя работающие. При этом не требуется останавливать котельную. Такое решение намного выгоднее, чем проектирование и монтаж нового комплекса, даже на дешёвом оборудовании».



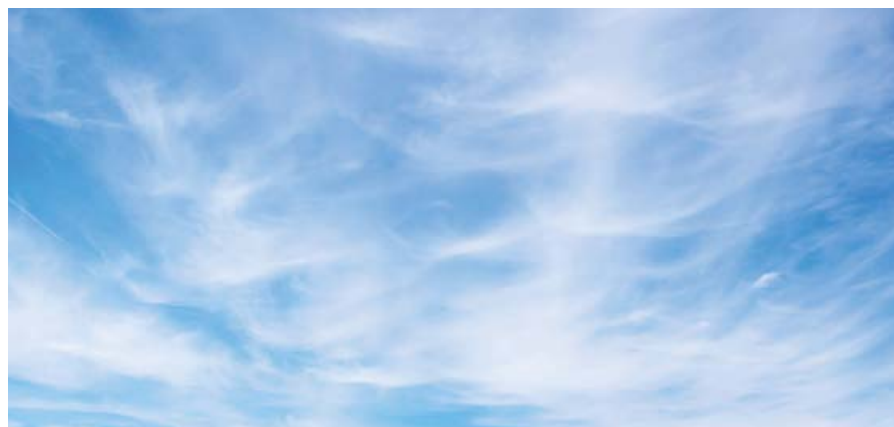
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Climate World Expo 2022: уже скоро

1–4 марта 2022 года состоится [Climate World Expo](#) — мероприятие, среди посетителей которого — инвесторы, интересующиеся проектами отрасли, и специалисты, выбравшие HVAC & R для развития карьеры. Главное отраслевое событие года объединяет поставщиков и производителей оборудования систем кондиционирования, вентиляции, отопления, промышленного и коммерческого холода, а также их потребителей — проектные и монтажные организации, инжиниринговые, управляющие компании. [Climate World Expo](#) пройдёт в московском ЦВК «Экспоцентр» при информационной поддержке журнала СОК.

Известная с 2005 года выставка «Мир Климата» обновляет свой формат: новый статус [Climate World Expo](#) — это экспо и конгресс на одной площадке. Помимо экспозиции оборудования посетителей [Climate World Expo 2022](#) ждут четыре дня сессий с участием признанных лидеров отрасли, презентации новых технологий и проектов, образовательные мероприятия и профессиональные соревнования. В повестке конгресса — устойчивое развитие, энергоэффективность и инновационные технологии. Впервые на [Climate World Expo 2022](#) будет работать медиазал — площадка для знакомства с профессиональными блогерами. Все, кто хотел разобраться, как работать с блогерами и выбирать партнёров для сотрудничества, получают эту возможность.

Следуя требованиям времени, часть деловых сессий будет транслироваться онлайн, однако максимальную эффективность участники получают, присутствуя на площадках.



В прежние годы выставка собирала более 350 профильных компаний-участников и порядка 23 тыс. специалистов из 39 стран мира, таких как Австрия, Азербайджан, Армения, Беларусь, Бельгия, Великобритания, Германия, Греция, Грузия, Дания, Израиль, Испания, Италия, Казахстан, Кипр, Китай, Куба, Латвия, Литва, Молдова, Нидерланды, Польша, Саудовская Аравия, Сингапур, Турция, Узбекистан, Финляндия, Франция, Швейцария, Швеция, Эстония, Южная Корея, Япония и другие.

На выставке традиционно представлены ведущие бренды: Aereco, Aldes, Aspen Pumps, Bitzer, Bühler-AHS, Phoenix Contact, Camfil, Carel Industries, Condair, Castel, Dahatsu, Danfoss, Dantex, ebm-papst, Gree, Cooper & Hunter, Nobo, Offenwanger, Olab, Hitachi, Hiconix, Ouman, Rovex, Sauer mann, Siemens, Soler & Palau, Schneider Electric, Swegon, SVOK, Toshiba, VSM, Ziehl-Abegg, «ВЕЗА» и другие.



Деловая программа привлекла более 80 спикеров и более 2500 делегатов. И эти цифры будут расти: [Climate World Expo](#) меняется, отвечая на рост мирового объёма рынка HVAC & R. Спрос на комфортную среду и энергоэффективные решения определяет развитие отрасли и рост её привлекательности для инвестиций, трудоустройства и карьеры.

Организаторы [Climate World Expo 2022](#): международная выставочная компания «Евроэкспо» и [Ассоциация предприятий индустрии климата \(АПИК\)](#).

Активную официальную поддержку мероприятию традиционно оказывают

ведущие международные и российские отраслевые союзы и ассоциации: европейская ассоциация [Eurovent](#), турецкие ассоциации [ISKID](#) и [ISIB](#), немецкая [Fachverband Gebäude-Klima e.V. \(FGK\)](#), корейская [Korea Refrigeration and Air-conditioning Industry Association \(KRAIA\)](#), [СРО Союз «ИСЗС-Проект»](#), [СРО Союз «ИСЗС-Монтаж»](#); [Ассоциация «АВОК Северо-Запад»](#); Некоммерческое партнёрство инженеров «АВОК» (Москва), [Национальное объединение изыскателей и проектировщиков \(НОПИЗ\)](#); [Национальное объединение организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности \(НП НОЭ\)](#); [Национальное объединение строителей \(НОСТРОЙ\)](#), [Российский союз предприятий холодильной промышленности \(«Росоюзхолодпром»\)](#).

[Climate World Expo 2022](#) — это четыре дня «прокачки» для тех, кто строит бизнес или карьеру в перспективной индустрии HVAC&R. ●

«ВЕЗА»: надёжность и качество — превыше всего

В современном мире вентиляция является неотъемлемой частью общественных и производственных помещений. Данный аспект влияет на многие факторы — от комфортных условий работы офисных сотрудников, работников промышленных цехов и посетителей в торговых центрах до обеспечения работы промышленного оборудования.

Опыт компании «ВЕЗА», наработанный за 26 лет успешной работы на рынке вентиляционного оборудования, показал важность и ценность выпуска высококачественной, надёжной и эффективной продукции. Всё больше потребителей обращают внимание не только на цену, но и на обеспечение требований к качеству, заявленным характеристикам и надёжности поставщика.

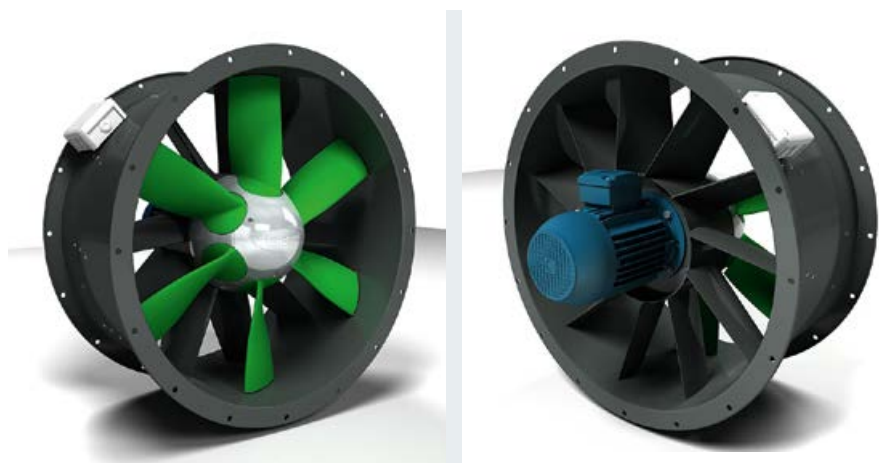
Прогресс не стоит на месте. Развиваются технологии, совершенствуются методы расчёта и всё больше ценятся энергетические ресурсы. Как следствие, некоторые технические решения и оборудование, которые применялись пять-десять лет назад, теряют свою актуальность, и их место занимают более современные, технологические и эволюционные.

Компания «ВЕЗА», принимая во внимание растущий интерес со стороны заказчиков к более энергоэффективным системам, быстро поняла, что предлагаемые на данный момент осевые вентиляторы серии [ОСА®-300/301](#), вентиляторы подпора [ОСА®-501](#), вентиляторы дымоудаления [ОСА®-ДУВ](#), а также осевые приточные установки подпора [ВКОП®](#) уже не в полной мере обеспечивают потребности клиентов в части максимальных значений КПД и современных требований к шумовым характеристикам.

Компания «ВЕЗА» рада представить своим клиентам совершенно новый осевой вентилятор — [ОСА®-ЭВО \(«Эволюция»\)](#) с высокими показателями энергоэффективности и низкой шумовой нагрузкой, отвечающий всем современным стандартам и требованиям

задел на будущее. Новый осевой вентилятор [ОСА®-ЭВО](#) — это продукт совместной работы конструкторских коллективов «ВЕЗА-Брянск» и «ВЕЗА-Храпуново» и является исключительной интеллектуальной собственностью компании.

При разработке конструкции нового осевого вентилятора [ОСА®-ЭВО](#) инженеры компании «ВЕЗА» опирались на опыт более чем вековой аэродинамической и авиастроительной школы СССР и современной России. Профиль лопаток вентилятора [ОСА®-ЭВО](#) в основе своей — это аэродинамическая форма авиационного крыла, взятая из схем [Центрального аэрогидродинамического института имени профессора Н. Е. Жуковского \(ЦАГИ\)](#) и адаптированная для работы в широком диапазоне углов установки. Данная форма позволила добиться низкого уровня шума при высокой производительности.



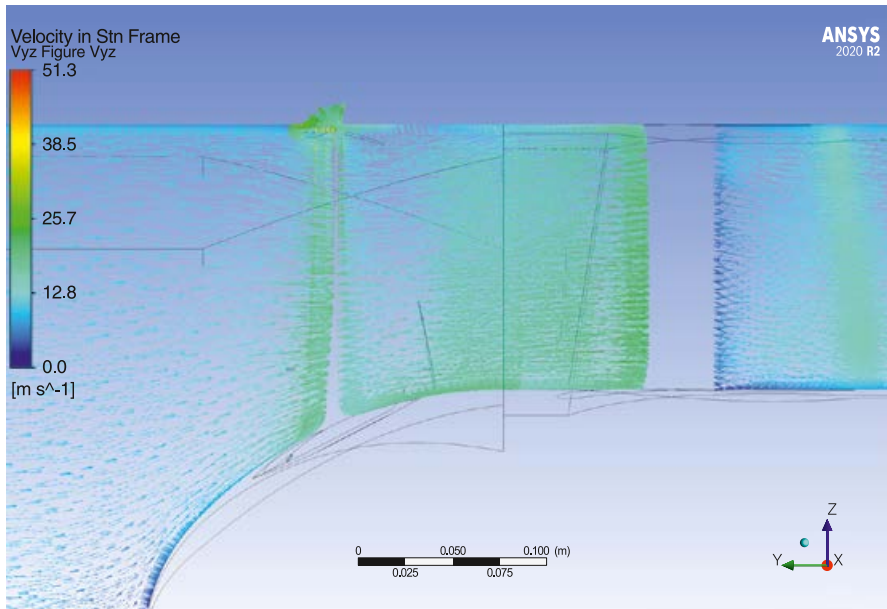
❖ Новый осевой вентилятор [ОСА®-ЭВО \(«Эволюция»\)](#), с высокими показателями энергоэффективности и низкой шумовой нагрузкой, отвечает всем современным стандартам и требованиям

Осознание данного факта послужило началом работы команды инженеров «ВЕЗА» над новой конструкцией осевого вентилятора.

На данный момент компания «ВЕЗА» рада представить своим клиентам совершенно новый осевой вентилятор — [ОСА®-ЭВО \(«Эволюция»\)](#) с высокими показателями энергоэффективности и низкой шумовой нагрузкой, отвечающий не только всем современным стандартам и требованиям, но и имеющий большой

Конструктивная схема вентилятора комбинированная и состоит из рабочего колеса со встроенным коком (обтекателем) и изменяемым углом установки лопаток и спрямляющего аппарата.

Такая компоновка преобразовывает высокое динамическое давление вентилятора в полезное статическое и приближает коэффициент давления к радиальному вентилятору. Дополнительно рабочее колесо в месте расположения лопаток имеет не цилиндрическую, а коническую



❖ Скоростное поле потока воздуха в воздушном тракте вентилятора **ОСА®-ЭВО**

форму, что придаёт **ОСА®-ЭВО** свойства вентиляторов с меридиональным ускорением потока, то есть дополнительно повышается осевая составляющая скорости потока вблизи втулки (ступицы) рабочего колеса, что в совокупности с формой лопатки приводит к уменьшению градиента статического давления и, как результат, к предотвращению отрыва потока и более высоким коэффициентам давления в широком диапазоне рабочих характеристик.

В ходе длительных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполненных инженерами «**ВЕЗА**» в собственных лабораториях компании, были осуществлены и проанализированы сотни расчётов и десятки аэродинамических испытаний образцов. Благодаря этому была найдена «золотая середина» между конструктивной прочностью вентилятора (он может работать на окружной скорости до 135 м/с), его аэродинамической и акустической характеристиками и современными технологическими возможностями литья под давлением.

Также следует упомянуть ещё одну немаловажную конструктивную особенность нового вентилятора **ОСА®-ЭВО**. Как известно, поток воздуха после рабочего колеса осевого вентилятора закручен, то есть имеет тангенциальную составляющую, которая является «паразитной» и не несёт реальной пользы при перемещении воздуха по сети. Для преобразования этой «паразитной» энергии в полезную используется спрямляющий аппарат, представляющий собой набор неподвижных лопаток с встроенным двигателем, что позволяет уменьшить отрицательное влияние последнего на выходящий поток с колеса. Для задач, не требующих высокого КПД, доступно исполнение **ОСА®-ЭВО** без спрямляющего аппарата, но с меньшим максимальным КПД.

Совокупность всего вышеперечисленного позволила создать вентилятор с максимальным полным КПД до 90%. Диапазон расходов воздуха, в зависимости от габарита колеса, варьируется от 500 до 160 000 м³/ч. А максимальное статическое давление, создаваемое вентилятором **ОСА®-ЭВО**, доходит до 3000 Па.

На данный момент компания «**ВЕЗА**» готова предложить своим клиентам широкую линейку вентиляторов с диаметром

В новом осевом вентиляторе ОСА®-ЭВО возможна регулировка угла поворота лопаток обычным шестигранным ключом — всего за пять минут! Это позволяет «поймать» максимальный КПД с учётом особенностей реальной сети воздухопроводов

рабочих колёс от 400 до 1400 мм в сочетании с двумя вариантами диаметров носового обтекателя — 280 и 450 мм. Материал колеса и носового обтекателя, в зависимости от исполнения вентилятора, — специальный высокопрочный пластик или алюминий.

Конструкция крепления лопаток к ступице подразумевает возможность регулирования угла поворота лопаток без применения специальных навыков и приспособлений — обычным шестигранным ключом. Данная особенность актуальна для вентиляторов, эксплуатируемых в системах подпора воздуха, когда при отсутствии частотного преобразователя возможно возникновение избыточного напора вентилятора. Наличие размерной сетки на обтекателе и специальных рисок в основании лопаток дают возможность регулировать угол поворота с точностью до градуса, непосредственно на объекте строительства, без разбора вентилятора и без риска внести дисбаланс в рабочее колесо. Изменение угла установки занимает всего пять минут! Эта настройка позволяет «поймать» максимальный КПД с учётом особенностей реальной сети воздухопроводов. И высокий «на бумаге» КПД воплощается в реальную экономию.

В заключение стоит сказать, что на колёса данного типа «**ВЕЗА**» планирует перевести все типы выпускаемых осевых вентиляторов. Начиная с общепромышленных вентиляторов для постоянной работы, где шумовые характеристики и энергоэффективность находятся для заказчика на первом месте, до — в дальнейшем — также и на вентиляторах дымоудаления и подпора воздуха. ●



Первый в мире пассивный дом в г. Дармштадте: качество основных компонентов спустя 25 лет

Уже много лет федеральная земля Гессен (Hessen) ведёт активную деятельность в области энергоэффективного строительства. Эта часть Германии принимает активное участие во всех этапах современного строительства, начиная с возведения домов с низким энергопотреблением до введения инновационного стандарта «пассивного дома» для жилых зданий. Сегодня — рассказ о самом первом пассивном доме в мире, построенном уже 30 лет назад.

Автор: А.Е. ЕЛОХОВ, директор компании ООО «[Институт пассивного дома](#)» (г. Москва)

* Доктор (Doktor) — учёная степень в Германии, подразумевающая успешное прохождение специальной докторской программы в университете (имеющем право на академическую квалификацию) и защиту самостоятельно написанной диссертации. Между Германией и РФ официально согласовано признание немецкой степени «доктор» как российской учёной степени «кандидат наук», и наоборот.



❖ Фото 1. Первый пассивный дом в мире в городе Дармштадте в районе Кранихштайн (Германия)

Инновационная концепция «Здание без активной системы отопления» была разработана в конце 1980-х годов профессором доктором* [Вольфгангом Файстом \(Dr. Wolfgang Feist\)](#), который тогда работал в немецком [Институте жилья и окружающей среды \(Institut für Wohnen und Umwelt, IWU\)](#), в городе Дармштадте совместно с профессором Бо Адамсоном (Bo Adamson) из [Лундского университета \(Lund University\)](#) в Швеции.

Ключевая идея так называемого «пассивного дома» заключается в следующем: все потери тепла через оболочку здания и вентиляцию сокращаются настолько, что активная система отопления больше не требуется. По большей части отопление теперь обеспечивается посредством «пассивных» источников тепла, таких как человек, солнце, бытовые приборы, рекуперация тепла из воздуха в помещениях, или можно использовать миниатюрную маломощную систему отопления.

На основании этой концепции, при финансовой поддержке земли Гессен, в 1991 году в городе Дармштадте, в районе Кранихштайн, был построен четырёхсекционный жилой дом, ставший первым пассивным домом в мире (фото 1–3).

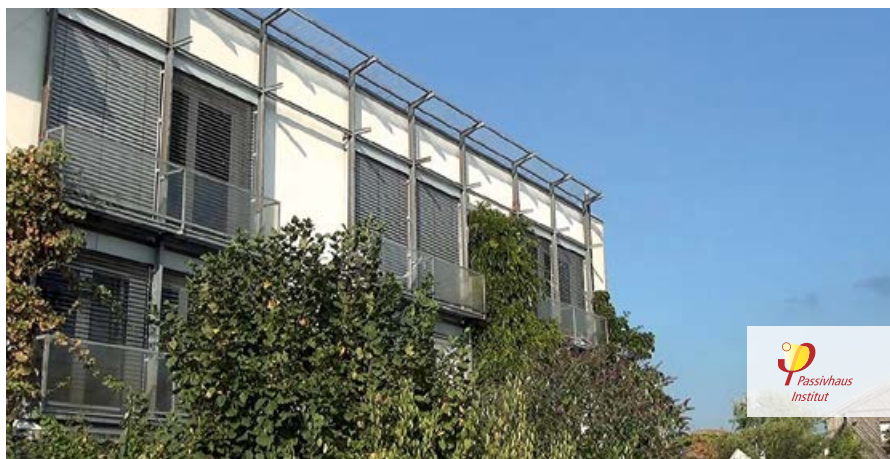
Уже сегодня в Европе для проживания и работы успешно эксплуатируются большое количество пассивных зданий — жилые дома, школы, детские сады, а также производственные и офисные строения.

Пассивный дом не нуждается в сложной и дорогостоящей активной системе отопления, поскольку потери теплоты через его оболочку и вентиляцию максимально возможно сокращены. По сути, отопление здания теперь обеспечивается посредством «пассивных» источников тепла (человек, солнце, бытовые приборы, рекуперация тепла из воздуха и т.д.)

2021 год является юбилейным. В 2021-м первому пассивному дому исполнилось 30 лет, а немецкому [Институту пассивного дома \(Passivhaus Institut\)](#) города Дармштадта — 25 лет. В 2021 году была проведена [25-я Международная конференция по пассивным домам \(International Passive House Conference\)](#).



❖ Фото 2. Северный фасад пассивного дома в городе Дармштадте, район Кранихштайн



❖ Фото 3. Пассивному дому в городе Дармштадте, район Кранихштайн, исполнилось 30 лет

За 30 лет были построены и сертифицированы десятки тысяч пассивных домов по всему миру, а зданий, приближенных к стандарту пассивного дома, возведено в разы больше. Начиная с 2013 года просто гигантскими темпами идёт строительство пассивных домов в Китае, где активно развивается и производство сертифицированных компонентов для пассивных домов. Также за это время во многих странах у [Института пассивного дома Дармштадта](#) появились партнёры, которые помогают развитию стандарта, занимаются сертификацией объектов, контролем качества, обучением и тестированием специалистов, проведением выставок, конференций и семинаров.

специалисты [Института пассивного дома](#) хотели знать, как обстоят дела с теплоизоляцией стен первого пассивного дома через 25 лет эксплуатации.

В центре обследования — наружная теплоизоляция толщиной 27,5 см. Для стен исследуемого пассивного дома применена так называемая «комплексная система теплоизоляции» — комбинация из теплоизоляционного материала, в данном случае из плит стиропора (вспененный пенополистирол), клеевого слоя и слоя штукатурки. Долговечность комплексной системы теплоизоляции зданий часто является предметом дискуссий, тем интереснее было проверить теплоизоляцию реального дома спустя четверть века.



Для исследования был взят образец теплоизоляции стены (фото 4–6). Теплоизоляция стен здания, как было отмечено, состоит из наружной теплоизоляционной плиты и слоя штукатурки.

Профессор доктор [Вольфганг Файст](#), руководитель [Института пассивного дома](#): «У меня в руках кусок многослойной теплоизоляции стены первого пассивного дома, построенного в городе Дармштадте, район Кранихштайн. На первый взгляд, на материале не видно никаких следов его многолетнего использования. Всё выглядит поразительно новым. Вполне очевидно, что он сухой».

Вместо образца, взятого из стены пассивного дома, установили утеплитель из минерального волокна, а образец отправили на исследование в [Инсбрукский университет \(University of Innsbruck\)](#). Результаты лабораторных исследований подтвердили долговечность теплоизоляции. Теплоизоляционный материал оказался чрезвычайно сухим и обладал, как и прежде, очень низкой теплопроводностью.

Слой штукатурки тоже оказался компактным и прочным. Но на этом исследование не закончено.



❖ Фото 4. Монтаж теплоизоляции стен первого пассивного дома в два слоя 30 лет назад

В 2016 году, после 25 лет эксплуатации первого пассивного дома, немецким [Институтом пассивного дома](#) были проведены измерения характеристик основных компонентов здания и составлен подробный отчёт. В этой статье российский [Институт пассивного дома](#) (Москва) приводит основные результаты этих исследований в доступном и обобщённом виде.

Теплоизоляция наружной стены через 25 лет

Летом 2016 года в наружной стене первого пассивного дома были выполнены пропилы с помощью «болгарки». Дом был построен 25 лет назад в Дармштадте. Обычно именинник к юбилею получает праздничный торт, а «юбилейный» пассивный дом подвергся тщательному дополнительному обследованию, поскольку



❖ Фото 5. Использование болгарки и горячей струны для взятия образца с фасада здания



❖ Фото 6. Взятие образца теплоизоляции и временное заполнение ниши минеральной ватой

Вольфганг Хаспер (Wolfgang Hasper), сотрудник Института пассивного дома: «Сегодня в разных местах западного фасада, больше всего подверженного воздействию природных факторов, мы провели опыты на прочность сцепления при растяжении штукатурки и слоя теплоизоляции. Это покажет нам, насколько прочно держится наружная штукатурка на теплоизоляционном материале или, соответственно, насколько прочен теплоизоляционный материал сам по себе». Итак, Институт пассивного дома планировал ответить на важный вопрос: «Насколько хорошо 25-летняя комплексная система теплоизоляции сможет выдержать ураган?».



•• Фото 7. Проверка прочности сцепления штукатурки и теплоизоляции



•• Фото 8. Монтаж инновационных на тот момент окон в первом пассивном доме 30 лет назад

Для этого в нескольких местах фасада сделали надрезы в слое штукатурки, а затем приклеили металлические пластины. Теперь нужно было измерить, какое усилие необходимо, чтобы штукатурка отделилась от теплоизоляции (фото 7). Итог эксперимента — требуемая сила составила в среднем 7 тонн на 1 м². Это означало, что теплоизоляция на стене дома выдержит даже очень сильный ураган.

Профессор доктор Вольфганг Файст: «В случае самого сильного из возникших на Земле ураганов разрежение, возникшее в данном месте фасада, создавало бы усилие в три раза меньшее, чем зафиксированный здесь, через 25 лет после установки, предел прочности на растяжение».

Таким образом, теплоизоляция всё ещё обладала хорошими характеристиками и была стабильной. Благодаря своему высокому качеству она обеспечивает очень низкую потребность в тепле на отопление пассивного дома — на уровне менее 25 кВт·ч на 1 м² в год. Это на 75% меньше, чем у зданий стандарта «дом с низким энергопотреблением». Значит, пассивные дома оправдывают себя в плане обеспечения личного комфорта, экономии финансовых средств и — попутно — решения задач охраны окружающей среды.

Теплоизоляция первого пассивного дома всё ещё обладала хорошими характеристиками и была стабильной. Благодаря своему хорошему качеству она обеспечивает очень низкую потребность в тепле на отопление пассивного дома (на уровне менее 25 кВт·ч на 1 м² в год)



•• Фото 9. Окно с теплоизоляционными накладками для его рамы и сами накладки (справа)

Тройное остекление окон через 25 лет

Окна пассивного дома имеют тройное остекление (двухкамерный стеклопакет) и теплоизолированную раму (фото 8 и 9). Они пропускают меньше тепла, чем традиционные окна с двойным остеклением (однокамерным стеклопакетом). Первый пассивный дом был построен в начале 1990-х годов. Тогда ещё в продаже не было окон с тройным остеклением, их изготовили по специальному заказу, и они считались чрезвычайно инновационными.

Вольфганг Хаспер: «Нужны были окна, которые, с одной стороны, хорошо пропускали солнечные лучи, а с другой — удерживали в здании достаточное количество тепла. Ни один из имеющихся в то время видов остекления не обладал этими качествами. Поэтому впервые был создан стеклопакет с тройным остеклением, со стёклами со спецпокрытием и с камерами между стёклами, наполненными инертным газом. И теперь мы проверим, какими характеристиками обладает этот прототип остекления через 25 лет».

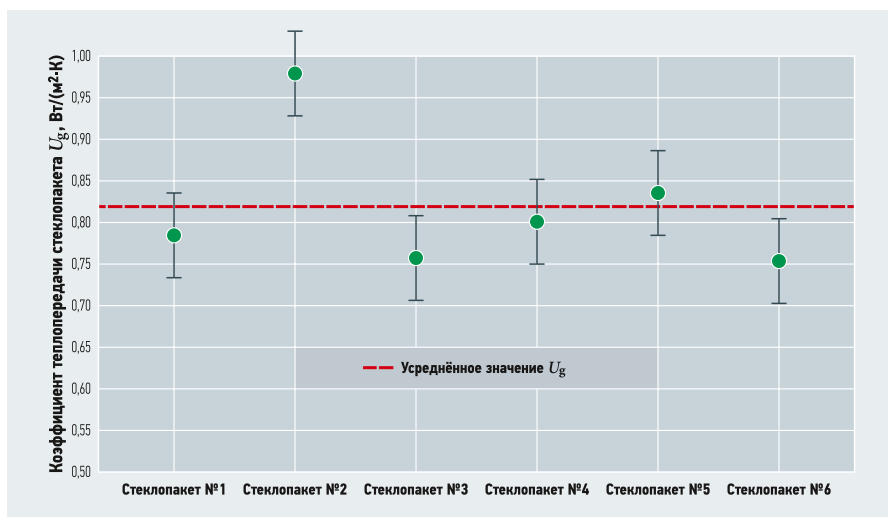


Рис. 1. Коэффициент теплопередачи остекления в первом пассивном доме через 25 лет

Например, часто задавался вопрос, произошла ли за 25 лет утечка части газа криптона, наполнявшего межстекольные пространства в инновационных стеклопакетах первого пассивного дома? Это оказало бы негативное влияние на теплоизоляционную характеристику окон.

Вольфганг Хаспер: «Для этого мы сделали устройство, которое с одной стороны окна измеряет тепловой поток через остекление, а с другой — показывает раз-

ницу температур. По результатам этих измерений мы вычислим коэффициент теплопередачи остекления» (фото 10).

Результат оказался чрезвычайно положительным: пять из шести стеклопакетов обладают такими же характеристиками, как и 25 лет назад. **Вольфганг Хаспер:** «Мы исследовали шесть стеклопакетов, и пять из них — как новые, лишь один стеклопакет утратил небольшое количество наполняющего его газа. В этом

случае коэффициент теплопередачи оказался немного выше, но всё ещё не критично, и стеклопакет можно использовать и дальше. Мы очень довольны этим результатом. Очевидно, что срок службы такого остекления достаточно большой, и ничто не мешает использовать его на протяжении следующих 25 лет» (рис. 1).

Итак, это исследование показало, что окна первого пассивного дома являются весьма высококачественными, они обладают очень хорошим теплоизолирующим действием и продолжительным сроком службы. На данный момент стеклопакеты пассивного дома получили настолько широкое признание, что их можно приобрести и по доступным ценам.

Насколько хорошо работает вентустановка через 25 лет?

На фото 11 представлена вентиляционная установка пассивного дома с рекуператором тепла с пластинчатым теплообменником. Она непрерывно обеспечивала здание свежим воздухом в течение 25 лет. Весной 2016 года [Институт пассивного дома](#) тщательно обследовал эту установку, поскольку она была первой в своём роде и проработала с начала 1990-х годов.



Фото 11. Вентиляционная установка первого пассивного дома после 25 лет эксплуатации

Вольфганг Хаспер: «Конечно же, мы хотели знать, как работает вентустановка спустя 25 лет. Она была изготовлена по специальному заказу, так как ничего подобного — с рекуперацией тепла значительно больше 75 процентов — приобрести тогда было нельзя. Был приобретён самый лучший теплообменник в виде отдельного блока с корпусом, эскиз которого мы сами и спроектировали. Также впервые были установлены ЕС-вентиляторы, так что мы смогли обеспечить рекуперацию тепла на уровне более 80 процентов с низким расходом электроэнергии».

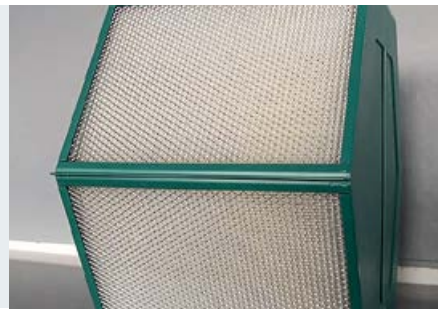
Во время строительства первого пассивного дома теплообменники были действительно новшеством. Но рекуперация тепла является важной составляющей системы вентиляции пассивного дома. Тепло воздуха, находящегося в помещении, передаётся более прохладному свежему воздуху с помощью теплообменника.



Фото 10. Вольфганг Хаспер осуществляет монтаж оборудования для проведения измерений

На фото 12 представлены старый теплообменник и современный теплообменный агрегат, который значительно компактнее и обладает большей эффективностью.

Посредством рекуперации тепла можно повторно использовать более 75% тепловой энергии в доме, что экономит чрезвычайно много энергии. Любопытно, что ЕС-вентиляторы почти не были известны до начала 1990-х годов даже в Европе. Установленные в вентиляционный блок ЕС-вентиляторы обеспечивают циркуляцию воздуха в доме, при этом они особенно энергоэффективны. Тем интереснее узнать, как же работает вентиустановка спустя 25 лет. Для этого эксперты [Института пассивного дома](#), с одной стороны, замерили потребление электричества, с другой — на протяжении длительного времени измеряли температуру и влажность во всех критически важных частях вентиляционной установки (фото 13).



•• Фото 12. Теплообменники вентиустановки пассивного дома — старый (слева) и современный

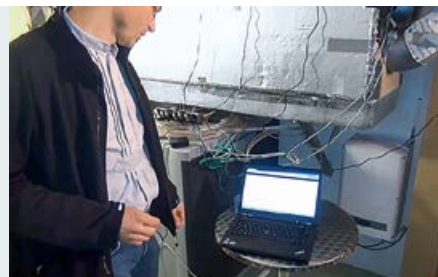
Кроме того, благодаря высокой степени рекуперации тепла, вентиустановка обеспечивает очень низкий уровень потребности в теплоте на отопление пассивного дома, который даже спустя 25 лет составляет менее 15 кВт·ч на 1 м² в год. Это на 75% меньше, чем в случае типичного «дома с низким энергопотреблением».

Сегодня вентиляционные установки с рекуперацией тепла широко представлены на рынке, они ещё более эффективны, гораздо компактнее и проще в установке и обслуживании.

вания плесени, а звукоизоляция такого дома значительно лучше. После постройки первого пассивного дома, в 1990-е годы, было проведено его испытание на воздухопроницаемость (фото 14).

[Сёрен Пеппер \(Søren Pepper\)](#), [Институт пассивного дома](#): «В девяностые годы результаты таких измерений были невероятными — никто не думал, что возможно достичь таких хороших значений, даже эксперты долго не могли поверить».

Воздухопроницаемость первого пассивного дома была в десять раз меньше,



•• Фото 13. [Вольфганг Хаспер](#) устанавливает датчики на вентиляционную установку и снимает полученные данные

[Вольфганг Хаспер](#): «На экране ноутбука можно видеть измеряемые в данный момент значения параметров. Например, мы видим, что при температуре наружного воздуха менее 13 градусов Цельсия температура воздуха в помещении находится на уровне 22,5 градуса. Зная соотношение температур наружного воздуха и вытяжного, то есть отработанного, удаляемого воздуха, мы можем рассчитать эффективность работы нашей вентиляционной установки».

По результатам измерений оказалось, что КПД вентиляционной установки и сегодня составляет выше 80%. Тем самым она может поспорить с имеющимися на рынке современными агрегатами. Более того — вентиляторы данной вентиустановки тоже потребляют очень мало энергии, даже по сегодняшним меркам.

[Вольфганг Хаспер](#): «Мы очень довольны, что наша вентиляционная установка работает именно так, как было запланировано, причём до сих пор находится, как и раньше, в рабочем состоянии и может работать на полную мощность».

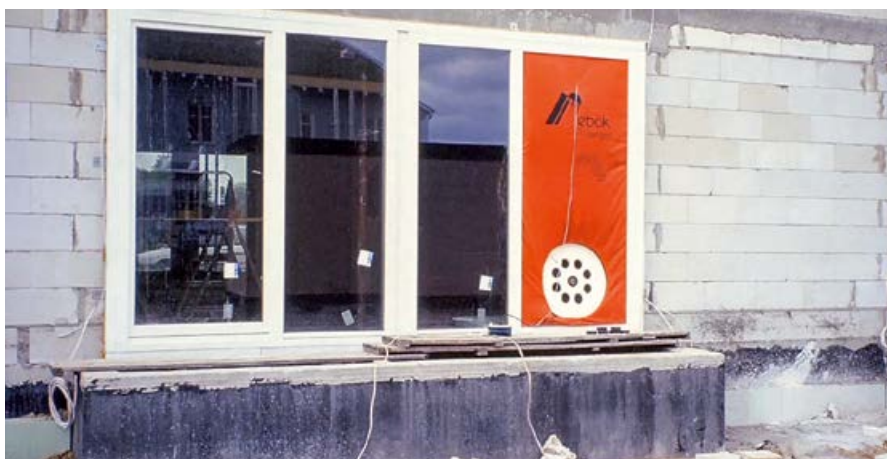
Вентиляционная установка в первом пассивном доме снабжает дом свежим воздухом на протяжении уже 30 лет.

Насколько воздухопроницаем первый пассивный дом через 25 лет?

Пассивный дом должен быть практически воздухопроницаемым — через стыки или трещины (неплотности) оболочки дома должно просачиваться как можно меньше воздуха. Преимущества этого разнообразны: тёплый или прохладный воздух лучше удерживается в доме, владельцы экономят на затратах на электричество и отопление, жильцов не беспокоят проблемы сквозняков или образо-

чем этот показатель для новых домов, которые были построены в то же время.

Итак, в 2016 году [Институт пассивного дома](#) хотел знать, как обстоят дела с воздухопроницаемостью первого пассивного дома через 25 лет. Профессор доктор [Вольфганг Файст](#): «Вопрос заключается в том, на какое время хватает соответствующих мероприятий по обеспечению воздухопроницаемости отдельных элементов здания, например, примыканий крыши со стеной, стены с окном».



•• Фото 14. Испытания на воздухопроницаемость первого пассивного дома 30 лет назад

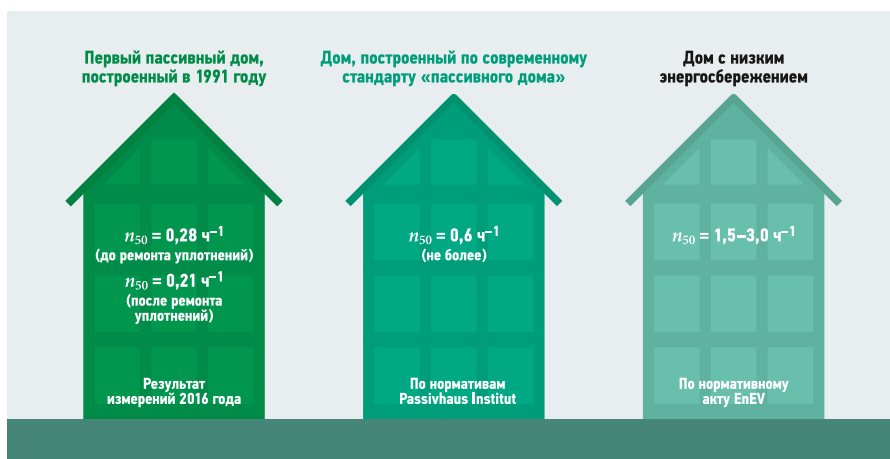


Рис. 2. Результаты испытаний на воздухопроницаемость (до и после замены уплотнителей) и сравнение их с требованиями «стандартного» пассивного дома и обычного жилого здания

Воздухонепроницаемость здания обычно проверяется с помощью теста BlowDoor. В ходе теста вентилятор создаёт избыточное или пониженное давление (фото 15), и измеряется, сколько воздуха проникает в дом или уходит из дома.

Измерение воздухопроницаемости
Часть 1. Поиск неплотностей

Исследование воздухопроницаемости первого пассивного дома было начато с поиска неплотностей. Сёрен Пеппер: «После того, как мы установили оборудование BlowDoor в дверь на террасу на первом этаже, мы проведём измерение воздухопроницаемости с тщательным

поиском неплотностей во всём доме. Мы пройдём все окна, все двери, все места, где мы предполагаем наличие неплотностей. Посмотрим, есть ли там они. Мы также используем термографию, чтобы понять, как обстоят дела с оболочкой дома на самом деле. Ещё вариант — продемонстрировать «слабые места» здания с помощью театрального дыма» (фото 16).

Первый результат измерений оказался очень хорошим — для первого пассивного дома показатель воздухопроницаемости n_{50} составил 0,28 $ч^{-1}$ (рис. 2). Здесь действует правило: чем меньше значение, тем лучше. Таким образом, воздухопроницаемость здания даже через 25 лет

имеет значение выше среднего, ведь даже для «стандартного» пассивного дома величина n_{50} не должна превышать 0,6 $ч^{-1}$. Законодательно предписанные в Германии значения n_{50} для жилых зданий находятся в пределах от 1,5 до 3,0 $ч^{-1}$.

Таким образом, воздухопроницаемость первого пассивного дома возрастом 25 лет оказалась в пять раз выше, чем у обычного здания. Несмотря на очень хороший результат, на некоторых дверях и окнах были найдены участки с повышенной воздухопроницаемостью — те самые «неплотности». Поэтому рабочие заменили уплотнители окон и дверей (фото 17). Через 25 лет это вполне нормально, и ремонт длился всего один час.



Фото 17. Замена уплотнителей на окнах



Фото 15. Тест BlowDoor воздухопроницаемости здания



Фото 16. Сёрен Пеппер проводит испытания на воздухопроницаемость (а — измерение скорости ветра с помощью термоанемометра, б — использование театрального дыма и компактного тепловизора для фиксации неплотностей)

Часть 2. После ремонта уплотнителей

После замены уплотнителей измерения были проведены заново, и сейчас мы увидим, изменилось ли что-нибудь к лучшему. Результат второго замера действительно лучше — 0,21 $ч^{-1}$ (рис. 2). По сравнению с первым измерением это явный успех, поскольку прежнее значение было на уровне 0,28 $ч^{-1}$.

Сёрен Пеппер: «Данным измерением воздухопроницаемости в первом пассивном доме в городе Дармштадте, районе Кранихштайн, мы смогли показать, что даже через 25 лет воздухопроницаемость всё ещё чрезвычайно хорошая. Как здесь, так и в соседних помещениях в этой секции дома значения были очень хорошие, и воздухопроницаемость изменилась незначительно».

Таким образом, воздухопроницаемость пассивного дома предлагает явные преимущества: владельцы существенно экономят на затратах на отопление, дом защищён от такой серьёзной проблемы, как появление плесени, а жильцы наслаждаются постоянным комфортом, находясь в помещении без сквозняков.



❖ Фото 18. Выкручивание вентиля в приточном диффузоре системы вентиляции в гостиной на первом этаже первого пассивного дома

Каково качество воздуха в первом пассивном доме?

Для нашего здоровья и самочувствия исключительно важен хороший, чистый и свежий воздух, с нормированной влажностью, без запахов, поэтому высокое качество воздуха в помещении является определяющим для комфорта человека.

Вентиляционная установка постоянно обеспечивает наличие свежего воздуха в пассивном доме. При этом наружный воздух транспортируется внутрь здания и равномерно распределяется по помещениям — в этом случае говорят о приточном воздухе. Использованный вытяжной воздух выбрасывается наружу принудительно с помощью вентиляторов. Но и открывать окна в пассивном доме тоже можно. Первому пассивному дому в мире с подобной системой вентиляции, ещё и с высокоэффективной рекуперацией тепловой энергии, исполнилось 30 лет!

Профессор доктор [Вольфганг Файст](#): «Мы проведём несколько тестов воздуха в помещении пассивного дома и воздуха с улицы, подводимого вентустановкой, чтобы установить, действительно ли качество уличного воздуха столь превосход-



❖ Фото 19. Установка насадки-фильтра на приточный диффузор системы вентиляции

ное, какое мы хотели бы иметь. Измерим содержание в воздухе углекислого газа и летучих органических соединений, а также проверим его на содержание микроорганизмов или спор плесени. Частью проверки качества воздуха будет взятие проб из приточных воздуховодов, то есть тех,

потом прошёл оценку в лаборатории микробиологии. Затем последовало взятие проб на бактериальный посев, чтобы проверить внутреннюю поверхность приточных воздуховодов на предмет наличия вредных микроорганизмов.

Все микробиологические анализы поверхностей воздуховодов были отправлены в лабораторию и тщательно исследованы. Ни в одном анализе не было указаний на повышенную концентрацию микроорганизмов или наличие плесени

Доктор [Райнер Пфлюгер \(Rainer Pflüger\)](#), [Инсбрукский университет](#): «Вот одна из палочек для взятия анализа на посев, её поверхности прижимаются к внутренней поверхности воздуховода, и таким образом берётся проба» (фото 20).

Все анализы были отправлены в лабораторию и тщательно исследованы. Ни в одном анализе не было указаний на повышенную концентрацию микроорганизмов или наличие плесени.

Профессор доктор [Вольфганг Файст](#): «Воздуховоды приточного воздуха, которые обеспечивают здание свежим воздухом, абсолютно безупречны с точки зрения гигиены».

Далее [Институт пассивного дома](#) контролировал приточные воздуховоды с помощью видеокamеры (фото 21). У вас была когда-нибудь возможность заглянуть в вентиляционную трубу?

Профессор доктор [Вольфганг Файст](#): «Практически невозможно поверить, что все эти воздуховоды за 25 лет никогда не прочищались — они до сих пор очень чистые. Это следствие того, что вентустановка укомплектована высококачественными фильтрами тонкой очистки класса F8 по стандарту EN 779:2002, которые задерживают 99,9 процентов частиц пыли размерами от одного микрометра, именно поэтому воздуховоды остаются очень чистыми» (фото 21).



❖ Фото 20. Палочка для взятия анализов была использована и отправлена в лабораторию



❖ Фото 21. Использование видеокamеры для контроля воздуховодов

Институт пассивного дома, конечно же, также хотел знать, каково качество воздуха за пределами воздухопроводов, то есть непосредственно в помещении. Для этого использовали специальный прибор — концентратор (накопитель) для взятия бактериальных проб из воздуха (фото 22). Доктор [Райнер Пфлюгер](#): «Сейчас мы используем прибор для забора проб воздуха в помещении. Здесь сверху воздух всасывается, а снизу он накапливается».

Концентратор транспортировал воздух, взятый из помещения, через специальную питательную среду, который затем был исследован в лаборатории.

Профессор доктор [Вольфганг Файст](#): «Все полученные показатели находятся в абсолютно безопасных диапазонах, они значительно ниже, чем мы обычно ожидаем увидеть в жилых помещениях. Причём в помещении эти значения существенно ниже, чем в наружном воздухе». Забор воздуха для анализов происходил как внутри помещения, так и снаружи.

Поэтому даже аллергики высоко ценят воздух в пассивном доме. Таким образом, высокое качество воздуха в пассивном доме гарантировано даже через 25 лет его эксплуатации.



❖ Фото 22. Фильтры класса F8 и концентратор для взятия бактериальных проб из воздуха



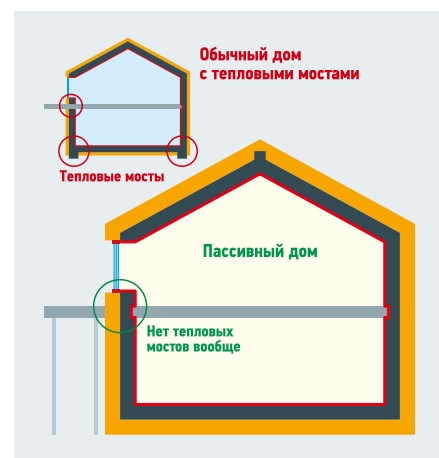
❖ Фото 23. Тепловизионный снимок южного фасада первого пассивного дома

Термография первого пассивного дома через 25 лет

Первый в мире пассивный дом — ещё и первый такой дом в мире, исследованный с помощью тепловизионной камеры. Термография визуализирует тепловое излучение строения. Институт пассивного дома использовал данную технологию, чтобы проверить первый в мире пассивный дом спустя 25 лет на наличие так называемых «тепловых мостов». Тепловые мосты — это места в здании, в которых происходит нежелательная и особенно

большая утечка тепла наружу, как например, в случае балкона, представленного на рис. 3. С помощью соответствующей теплоизоляции, как в случае пассивного дома, удаётся избежать образования тепловых мостов. При строительстве первого пассивного дома в 1990-е годы в здании не было тепловых мостов. Но как обстоят дела с этим 25 лет спустя?

[Институт пассивного дома](#) сделал термографические снимки всех сторон здания (фото 23 и 24). На фото 25 приведено сравнение термографий пассивного дома и дома с низким энергопотреблением.



❖ Рис. 3. Примеры примыкания балкона

[Сёрен Пеппер](#): «На термографических снимках можно видеть, что температурное поле здания равномерно и, соответственно, потери тепла через его оболочку очень малы. Непрозрачные элементы оболочки характеризуются на снимках однотонным синим цветом, а прозрачные — поверхности окон — столь же однотонным зелёным. Это означает отличное качество как ограждающих конструкций, так и остекления пассивного дома».

Бросающееся в глаза красное пятно слева на фото 23 не является тепловым мостом, а местом выброса отработанного вентиляционной установкой воздуха.

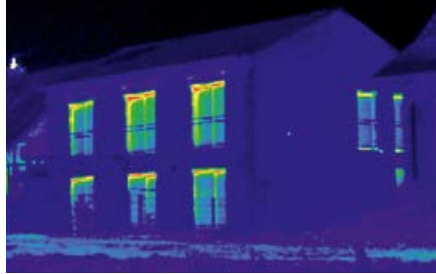
На фото 25 в доме с низким энергопотреблением видно больше разных цветов и чётко выделяются окна, что указывает на множество тепловых мостов, в отличие от пассивного дома. Таким образом, по сравнению с домом с низким энергопотреблением у пассивного дома теплопотери намного ниже. А снимки внутри помещений пассивного дома показывают равномерную картину даже на окнах, дверях и в углах помещений (фото 26 и 27).

Сёрен Пеннер: «Это говорит об очень высокой степени комфорта для жильцов, так как перепады температур на внутренних поверхностях дома очень незначительны. Кроме того, это необходимое условие для предотвращения образования конденсата, чтобы образование плесени было в принципе невозможным, поскольку температуры поверхностей близки к температуре воздуха в помещениях».

«Высокий комфорт и отсутствие плесени» — результат термографического исследования, проведённого через 25 лет, является однозначно положительным.



•• Фото 24. Проведение тепловизионной съёмки первого пассивного дома

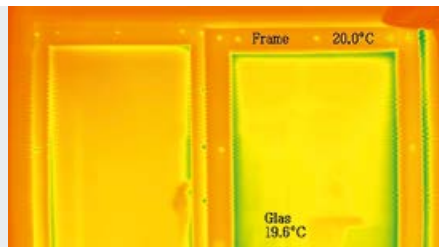


•• Фото 25. Термофотографии пассивного дома (слева) и дома с низким энергопотреблением



Профессор доктор **Вольфганг Файст:** «Это означает, что мы действительно смогли реализовать оболочку здания без тепловых мостов, и теплоизоляция дома спустя 25 лет точно так же функциональна, как и при сдаче здания в эксплуатацию в 1991 году» (фото 28).

Высококачественная теплоизоляция способствует крайне малым затратам тепловой энергии на отопление пассивного дома, которые вот уже 30 лет находятся на уровне ниже 25 кВт·ч на 1 м² в год. Это на 75 % меньше, чем в случае дома с низким энергопотреблением. Наряду со значительной экономией энергии жильцы дома наслаждаются чрезвычайно высоким комфортом пребывания в здании.



•• Фото 26. Окно и его термофотография изнутри помещения



•• Фото 27. Тепловизионные снимки внутренних стен и крыши

В первом пассивном доме в городе Дармштадте, район Крайхштайн, наряду со значительной экономией энергии жильцы дома наслаждаются чрезвычайно высоким комфортом пребывания в здании

Стандарт пассивного дома в России

В России технологии пассивного дома активно развивает отечественный [Институт пассивного дома \(ИПД, г. Москва\)](#) при тесном сотрудничестве с немецким Институтом пассивного дома в городе Дармштадте (Германия). Директор [ИПД](#) в РФ, инженер-строитель Александр Елохов является учеником профессора доктора [Вольфганга Файста](#). Александр Елохов целый год проходил практику у [доктора Файста](#) в Дармштадте, набираясь опыта, и с осени 2007 года вот уже более 14 лет активно занимается развитием стандарта пассивного дома в России.

Отечественный [Институт пассивного дома](#) в России оказывает консультации при проектировании, строительстве и мониторинге энергоэффективных зданий, к которым относятся пассивные дома и здания с низким и ультранизким энергопотреблением, проводит обучение специалистов, организует научные конференции, семинары и выставки. ●



•• Фото 28. Северный фасад первого пассивного дома в городе Дармштадте

Проблемы и пути снижения энергоёмкости на промышленных предприятиях и регионах РФ: достижения Пермского края

Рецензия эксперта на статью получена 12.12.2021 [The expert review of the article received on December 12, 2021].

Введение

В настоящий момент санкции против нашей страны усиливаются. Кризис не ослабевает. В условиях действия санкций в отношении Российской Федерации проблема снижения энергоёмкости производства, экономии топливно-энергетических ресурсов, повышения энергоэффективности является не только способом, позволяющим снизить издержки на производство и коммунальные услуги, но и одним из важных рычагов обеспечения устойчивого развития экономики и социальной стабильности, снижения удельной энергоёмкости и повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Основная часть

Энергетика, в том числе и электроэнергетика, в настоящее время, в условиях кризиса, как никогда ранее может и должна стать действенным экономическим стимулом для развития всех видов бизнеса и, в первую очередь, для предпринимательства в реальном секторе экономики. Цены на энергоресурсы постоянно растут. Высокие энергетические затраты снижают конкурентоспособность и инвестиционную привлекательность экономики, способствуют постоянному росту цен на энергоносители и все виды товарной продукции. Растёт социальная напряжённость. Ухудшается состояние окружающей среды. Постоянный рост тарифов на электроэнергию оказывает угнетающее влияние на экономику страны и создаёт недовольство потребителей.

Электроэнергетика страны должна стать действенным экономическим стимулом для развития всех видов бизнеса, прежде всего в реальном секторе экономики РФ

Текущие меры, принимаемые Правительством РФ по сдерживанию роста тарифов на электроэнергию, запаздывают или не находят должной поддержки у действующих субъектов энергетики, которые давно научились абстрагировать свои экономические интересы в ущерб потребителям реального сектора экономики и населения.

В настоящее время энергоёмкость российской экономики в 2–2,5 раза выше, чем в передовых странах мира. В себестоимости выпускаемой продукции доля энергетической составляющей в среднем по Пермскому краю доходит до 15%, а на крупных энергоёмких производствах доходит до 50%, что отрицательно влияет на конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Президентом России В.В. Путиным в своё время была поставлена задача к 2020 году снизить энергоёмкость ВВП не менее чем на 40% от уровня 2007 года [1]. Однако за это время энергоёмкость по России снизилась лишь на 13%. Правительство России утвердило перечень мероприятий по её повышению к 2030 году и рассчитывает сократить энергоёмкость экономики на 23% [2].

УДК 620.9. Научная специальность: 05.14.04.

Проблемы и пути снижения энергоёмкости на промышленных предприятиях и регионах России, достижения Пермского края

Д. Г. Закиров, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник [Горного института Уральского отделения Российской академии наук](#) (ГИ УрО РАН, г. Пермь), генеральный директор [Ассоциации энергетиков Западного Урала \(АЭЗУ, г. Пермь\)](#); **С. В. Грибков**, к.т.н., академик [Российской инженерной академии \(РИА, г. Москва\)](#), генеральный директор НИЦ «Виндэк» (г. Подольск, Московская область), учёный секретарь [Комитета по проблемам использования возобновляемых источников энергии Российского Союза научных и инженерных обществ \(Комитет ВИЭ РосСНИО\)](#); **А. А. Рюмки**, главный энергетик — начальник управления главного энергетика ПАО «Уралкалий» (г. Березники, Пермский край); **М. А. Мухамедшин**, ведущий инженер лаборатории геотехнологических процессов и рудничной газодинамики [ГИ УрО РАН](#) (г. Пермь)

В статье освещены имеющиеся проблемы и пути снижения энергоёмкости на промышленных предприятиях России за счёт внедрения новых энергосберегающих технологий и автономных источников энергии. Приведены результаты работы Ассоциации энергетиков Западного Урала, разработчика концепции и научных основ создания энергоэффективной экономики Пермского края. Представлены результаты и опыт снижения энергоёмкости на промышленных предприятиях региона за счёт внедрения инновационной комплексной системы управления энергоэффективностью и экологизацией производства, достижения Пермского края в снижении валового регионального продукта (ВРП) среди регионов Приволжского и Уральского округов Российской Федерации.

Ключевые слова: энергоёмкость, удельная энергоёмкость, энергетика, энергоэффективность, топливно-энергетические ресурсы, экономика, конкурентоспособность продукции, внутренний региональный продукт (ВРП).

UDC 620.9. Number of scientific specialty: 05.14.04.

Problems and ways of reducing energy intensity at industrial enterprises and regions of Russia, achievements of the Perm Region

D. G. Zakirov, Doctor of Technical Sciences, Professor, chief researcher of the [Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences \(MI of the UB of the RAS, Perm city\)](#), general director of the [Association of Power Engineers of the Western Urals](#); **S. V. Gribkov**, PhD, Academician of the [Russian Engineering Academy](#), general director of "WindEq Technical Center", LLC (Podolsk city, Moscow Region), scientific secretary of the [Committee on the Problems of the Use of Renewable Energy Sources of the Russian Union of Scientific and Engineering Societies \(RES Committee of RosSNIО\)](#); **A. A. Ryumkin**, chief power engineer — Head of the Chief Power Engineer Department of "Uralkali", PJSC (Berezniki city, Perm Region); **M. A. Mukhamedshin**, leading engineer, Laboratory of Geotechnological Processes and Mine Gas Dynamics, [MI of the UB of the RAS](#) (Perm city)

The article highlights the existing problems and ways to reduce energy consumption at industrial enterprises in Russia through the introduction of new energy-saving technologies and autonomous energy sources. The results of the work of the Association of Power Engineers of the Western Urals, the developer of the concept and scientific foundations for the creation of an energy efficient economy in the Perm Territory, are presented. The results and experience of reducing energy consumption at industrial enterprises of the region through the introduction of an innovative integrated management system for energy efficiency and greening of production, the achievements of the Perm Territory in reducing the gross regional product (GRP) among the regions of the Volga and Ural districts of the Russian Federation are presented.

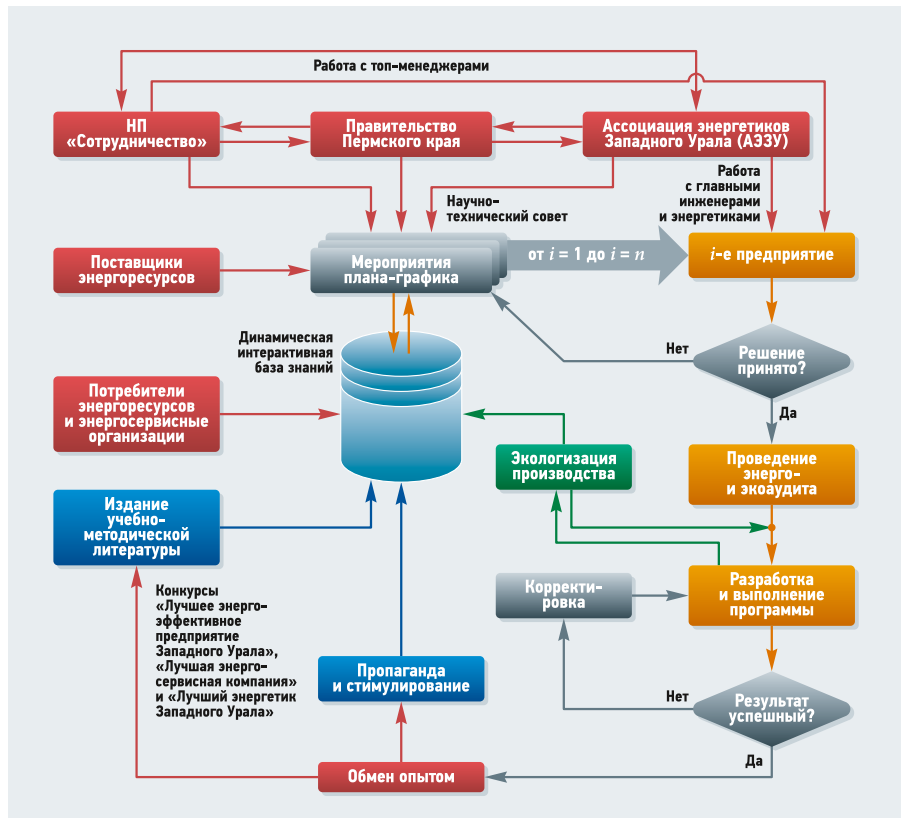
Key words: energy intensity, energy, energy efficiency, fuel and energy resources, economy, specific energy intensity, competitiveness of products, gross regional product (GRP).

В целях снижения энергоёмкости и повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции предприятий региона [Ассоциация энергетиков Западного Урала \(АЭЗУ\)](#), которой, к слову, в следующем, 2022 году исполняется 25 лет со дня основания, проводит целенаправленную работу, оказывает содействие промышленным и коммунальным предприятиям, как в снижении энергоёмкости производства, распространении передового опыта внедрения энергоэффективных технологий и оборудования, проведения энергетических обследований, так и непосредственно в решении вопросов, определяющих современную политику в области энергосбережения и тарифов.

[Ассоциация энергетиков Западного Урала](#) совместно с [Горным институтом Уральского отделения Российской академии наук \(ГИ УрО РАН\)](#) разработала концепцию по созданию энергоэффективной экономики, разработаны научные основы создания энергоэффективной экономики Пермского края, в основе которой лежит инновационная комплексная система управления энергоэффективностью и экологизации производства, а также программа внедрения собственных автономных источников энергии.

Структурные алгоритмы системы, представленной на рис. 1, которая не имеет аналогов в других регионах, в основном направлены на: модернизацию энергетических объектов; максимальную выработку собственных энергоресурсов путём внедрения автономных источников энергии; максимально возможную утилизацию вторичных энергоресурсов; реализацию мероприятий, обеспечивающих сокращение энергетических затрат, внедрение энергосберегающих технологий, создание автоматических систем управления (АСУ) энергосберегающих комплексов, цифровизации производства.

Данная система внедряется на промышленных предприятиях [6].



•• Рис. 1. Инновационная комплексная система управления энергоэффективностью и экологизации производства в Пермском крае

На большинстве предприятий края неоднократно были проведены энергетические аудиты, разработаны программы энергосбережения, внедрены автоматизированные системы учёта потребления энергоресурсов, новые энергосберегающие технологии и оборудование, строятся автономные источники энергии.

В целях внедрения в производство новых энергоэффективных технологий и инновационных проектов [Ассоциацией энергетиков Западного Урала](#) ежегодно совместно с правительством Пермского края проводились международные и отечественные конференции по энергосбережению, выполнен ряд издательских проектов [4–7]. В частности, уже 18 лет выпускается ежеквартальный журнал «[Энергосбережение, проблемы энергетиков Западного Урала](#)», который удостоен

премии Международной профессиональной выставки «Пресса-2008» и знака отличия Всероссийского конкурса «Золотой фонд прессы-2007». Также ежегодно проводятся региональные конкурсы «Лучшее энергоэффективное предприятие Западного Урала», «Лучшая энергосервисная компания» и «Лучший энергетик Западного Урала». Руководители предприятий, достигшие больших результатов в снижении энергоёмкости производства, награждаются медалью «За вклад в повышение энергоэффективности региона».

При сложившемся сегодня уровне цен на энергоносители, для снижения энергоёмкости производства экономически целесообразно ориентироваться на собственные источники энергии, которые сейчас доступны любому предприятию. В связи с ростом потребления энергии, необходимостью ввода новых мощностей, повышения надёжности энергоснабжения потребителей [Ассоциацией](#) в своё время была разработана программа внедрения на промышленных предприятиях автономных источников энергии, которая сегодня полностью себя оправдала.

Например, Лысьвенский металлургический завод (ЛМЗ) самостоятельно вырабатывает 88% потребляемой электрической энергии и по этому показателю находится на втором месте в России после Магнитогорского металлургического завода (ММК). ОАО «Соликамскбумпром» своими силами вырабатывает 100% тепловой и 50% электроэнергии.

•• Темпы снижения энергоёмкости ВРП по регионам Российской Федерации

табл. 1

Регион / год	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Нижегородская область	247	234	203	179	155	186
Республика Башкортостан	232	227	214	199	217	212
Республика Марий Эл	211	197	159	131	158	147
Республика Мордовия	264	234	228	174	153	168
Республика Татарстан	184	153	144	124	126	118
Пермский край	328	308	217	191	208	175
Самарская область	278	249	255	203	172	185
Саратовская область	244	215	194	168	171	177
Удмуртская республика	168	187	166	141	136	134
Ульяновская область	210	191	176	161	157	145
Чувашская республика	194	180	173	157	153	142



Фото из архива ООО «ММК-ПМ», Владимир Шиков

❖ Лысьвенский металлургический завод (основан в 1785 году) в городе Лысьва Пермского края

Также крупные автономные источники энергии внедрены на ПАО «Уралкалий», ЗАО «Сибур-Химпром», газотурбинные установки на 200 МВт — в ООО «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез».

Создание собственных источников энергии на промышленных предприятиях объясняется целым рядом преимуществ мини-ТЭЦ:

- значительным снижением потерь электрической и тепловой энергии за счёт приближения производителей энергии к потребителям, ведь это полностью исключает транспортную составляющую, которая в составе общего тарифа на электроэнергию сегодня достигает до 60 %;
- уменьшением в 2–2,5 раза затрат предприятий на электроэнергию и тепло и, соответственно, снижение себестоимости выпускаемой промышленной продукции;
- существенным повышением надёжности электроснабжения, независимостью роста мощности предприятий от потенциала энергосистем и значительным ростом КПД за счёт комбинированной выработки энергии.

Основа снижения энергоёмкости производства — внедрение разработанной совместно с [ГИ УрО РАН](#) и [АЭЗУ](#) комплексной инновационной системы управления энергоэффективностью и экологизацией производства (рис. 1), которая уже дала хорошие результаты в плане снижения энергоёмкости, что подтверждается достижениями конкретных предприятий.

В частности, больших успехов в снижении энергоёмкости производства достигли следующие компании и предприятия: ООО «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез», ООО «Лукойл-Пермь», ПАО «Уралкалий», ПАО «НПО «Искра», ЗАО «Сибур-Химпром», ОАО «Редуктор-ПМ», ООО «ЛЛК-Интернейшл», ОАО «Авиадвигатель», ПАО «Метафракс», ПАО «Ависма» (пермский филиал ПАО «Корпорация ВСППО-

АВИСМА»), ОАО «Соликамскбумпром», АО «Пермский завод «Машиностроитель» и многие другие.

В ПАО «Ависма» (филиал ПАО «Корпорация ВСППО-АВИСМА») при значительном росте товарной продукции снижена доля затрат на производство с 33,3 до 25,8 %, осуществлено абсолютное снижение потребления электрической и тепловой энергии, природного газа, сжатого воздуха, воды.

ООО «ЛЛК-Интернешнл» в 2015 году по сравнению с 2014-м снизило энергопотребление на 18 %. В 2016 году сокращён объём затрат на оплату энергоресурсов на 13 % по сравнению с 2015 годом.

Пермский завод АО «Машиностроитель» модернизировал энергетическое хозяйство завода и, при увеличении объёмов производства в период с 2000 по 2016 годы, существенно снизил потребление энергоресурсов [7].

Проводимая работа по внедрению комплексной системы управления энергоэффективностью и экологизацией производства получила признание со стороны Минэнерго России, [Комитета по ВИЭ РосСНМО](#), и данная система рекомендована для внедрения в других регионах РФ.

Благодаря активной совместной работе потребителей и производителей энергии, правительства Пермского края и общественных организаций в Пермском крае достигнуты хорошие результа-

По темпам снижения энергоёмкости ВРП Пермский край находится на передовых позициях, то есть регион выполнил задание, установленное Президентом РФ. В этом — огромная заслуга руководителей промышленных предприятий, которые добились больших успехов

ты, значительно снижена энергоёмкость производства, что отмечено в государственном докладе Минэнерго России «О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2016 году» [3], где на стр. 114 отмечено, что наиболее значительное сокращение энергоёмкости ВРП в текущих ценах достигнуто именно в Пермском крае.

Энергоёмкость валового регионально-го продукта [кг у.т. на 10 тыс. руб.] по регионам Приволжского и Уральского федеральных округов представлена в табл. 1.

Темпы снижения энергоёмкости ВРП в Пермском крае — самые высокие по сравнению с соседними и передовыми регионами РФ. Например, в 2007 году энергоёмкость ВРП Пермского края составляла 390 кг у.т. на 10 тыс. руб., а в 2015-м — уже 191 кг у.т. на 10 тыс. руб. [3].

Заключение

По темпам снижения энергоёмкости ВРП Пермский край находится на передовых позициях, то есть регион выполнил задание, установленное Президентом РФ в 2008 году. В этом — огромная заслуга руководителей промышленных предприятий, которые добились больших успехов. Проведённая работа, в частности, освещена в книге «Многолетний опыт повышения энергетической эффективности на предприятиях Западного Урала. Известные энергетики промышленных предприятий» [7].

На передовых промышленных предприятиях Пермского края рост объёмов производства опережает потребление энергетических ресурсов, что является положительным фактором в снижении энергоёмкости производства в РФ. ●

1. О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики: Указ Президента РФ от 04.06.2008 №889.
2. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон РФ от 23.11.2009 №261-ФЗ.
3. О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2016 г.: Государственный доклад Минэнерго России. — М., 2017. 264 с.
4. Закиров Д.Г. Пермская область: на пути к энергоэффективной экономике. — Пермь: Изд-во «Книга», 2002. 330 с.
5. Закиров Д.Г. Управление энергоэффективностью в регионе. — Пермь: Изд-во «Астер», 2007. 384 с.
6. Закиров Д.Г. Энергетика. Энергоэффективность. Известные энергетики. — Пермь: ОАО «ИПК «Звезда», 2012. 543 с.
7. Закиров Д.Г. Многолетний опыт повышения энергоэффективности на предприятиях Западного Урала. Известные энергетики промышленных предприятий. — Пермь: ИП «Дунева Л.А.», 2017. 465 с.
8. Крючкова Е. Плюс энергоэффективность всей страны // Газета «Коммерсант» от 24.04.2018 №71.

References — see page 79.

Энергия биомассы в электро- и тепло-снабжении России

Биоэнергетика является одним из главных сегментов мировой возобновляемой энергетики. Согласно данным [Международного агентства возобновляемой энергетики \(REN21\)](#), за 2020 год выработка электрической энергии на основе использования биомассы составила 602 ТВт·ч в год, а в теплогенерации сжигание биомассы обеспечило наибольшее среди других ВИЭ значение тепловой энергии — 4323 ТВт·ч в год.

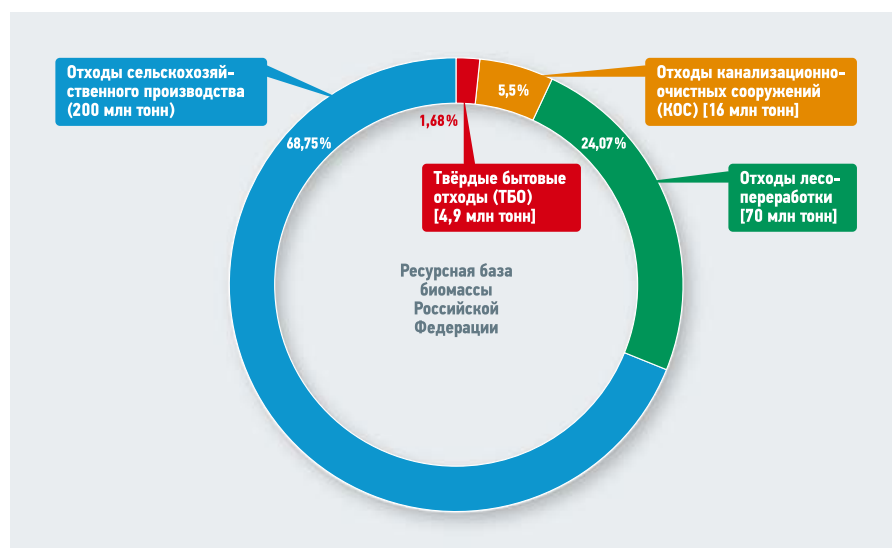


В России ведущим научным экспертом по биоэнергетике является д.т.н. Евгений Семёнович Панцхава (1938 г.р.). В многочисленных монографиях (например, [1, 2]) и в своих статьях он исследует комплекс вопросов по биоэнергетике с использованием как первичных (древесина, биогаз и пр.), так и вторичных биотоплив (спирты, биодизель, этанол и пр.).

Под термином «биоэнергетика» в [Федеральном законе от 21 февраля 2013 года №35-ФЗ «Об электроэнергетике»](#) (в редакции от 29 декабря 2017 года) [3] понимается электрогенерация на основе использования биомассы, отходов производства и потребления, а также биогаза, свалочного и шахтного газов. В России опубликовано большое количество работ по оценке ресурсной базы биомассы страны. Е. С. Панцхава в книге «Электростанции на биотопливе» [1] приводит следующие цифры ежегодных органических отходов: лесопереработка — 70 млн тонн; сельское хозяйство — 200 млн тонн, в том числе растениеводство — 126 млн тонн, животноводство и птицеводство — 66,5 млн тонн; городские твёрдые бытовые отходы (ТБО) — 16 млн тонн; осадки городских канализационных очистных сооружений — 4,9 млн тонн (рис. 1).

Под термином «биоэнергетика» в [№35-ФЗ «Об электроэнергетике»](#) понимается генерация электрической энергии на основе использования биомассы, отходов производства и потребления, а также биогаза, свалочного и шахтного газов

На 1 июля 2021 года, по данным [Ассоциации «НП Совет рынка»](#), выработка электрической энергии за 2020 год на основе биомассы и её отходов составила 39 ГВт·ч/год, биогаза — 25 ГВт·ч/год, свалочного газа — 1,15 ГВт·ч/год. Всего электрогенерация на БиоЭС составила 65,2 ГВт·ч/год (рис. 2). Примером является БиоЭС «Белый ручей» в Вологодской области, работающая на отходах древесины, электрической и тепловой мощностью 6 и 49 МВт, соответственно. Две БиоЭС (каждая по 6 МВт) на лузге подсолнечника работают в городах Морозовске и Миллерово Ростовской области. БиоЭС «Байцуры» в селе Грузкое Белгородской области, работающая на биогазе, имеет мощность 1 МВт. На полигоне ТБО в посёлке Новый Свет Ленинградской области построена БиоЭС на свалочном газе [4].



●● Рис. 1. Ресурсная база биомассы Российской Федерации

Автор: В.А. БУТУЗОВ, д.т.н., [Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина](#) (г. Краснодар)

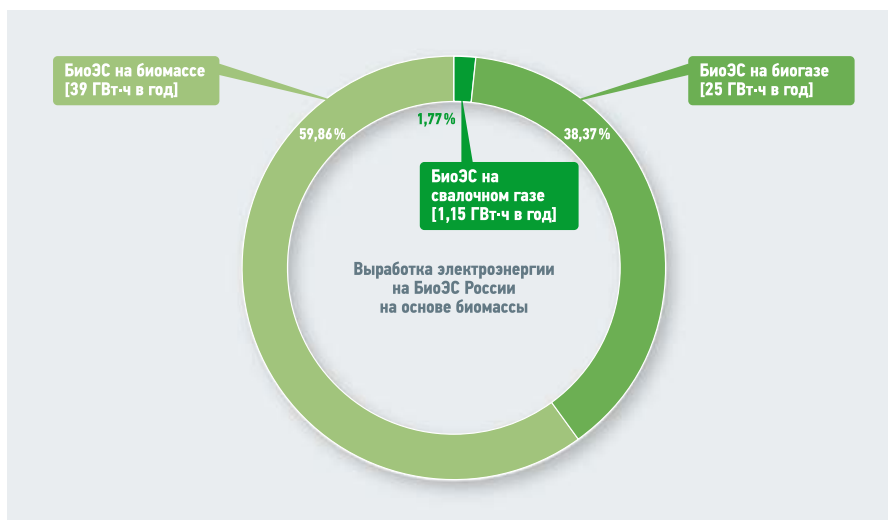


Рис. 2. Выработка электроэнергии на БиоЭС России на основе биомассы

Следует отметить, что по теплогенерации на основе использования биоэнергетических ресурсов в Российской Федерации достоверная статистика отсутствует. Не разработаны меры государственного стимулирования. В нашей стране в наибольших объемах для теплоснабжения используется древесина и отходы её переработки. За 2019 год было заготовлено и использовано 14 млн м³ дров разных пород [5], что, по усреднённой оценке, составило 9 млн тонн, а в тепловом эквиваленте 25 тыс. ГВт·ч/год при КПД котлов около 60%. Помимо дров в теплоснабжении применяются также топливная щепка, топливные брикеты и пеллеты (топливные гранулы). Топливная щепка в России не получила широкого использования.

В нашей стране освоено крупномасштабное производство топливных брикетов и пеллет. При годовом выпуске топливных брикетов за 2019 год в объёме 450 тыс. тонн их российское потребление оценивается в статье [6] в 230 тыс. тонн, что в тепловом эквиваленте составило 645 ГВт·ч/год при КПД котлов около 70%. Годовое производство пеллет в 2019 году составляло 1,9 млн тонн, а их внутрен-

нее потребление не превышало 5%, то есть 95 тыс. тонн [7], что соответствует 76 ГВт·ч/год при КПД котлов 80%.

На рис. 3 представлены значения выработки тепловой энергии при сжигании биомассы в 2020 году.

Самые мощные котельные на древесных отходах эксплуатируются в посёлке Ветлужный Костромской области (96 МВт), а также в деревне Подберезье Новгородской области (85,5 МВт). Большое число дровяных котельных работает в Архангельской области — 420 шт. с общей тепловой мощностью 1,11 ГВт (37% тепловой мощности всех котельных области). В этом же регионе в деревне Катунино работает самая мощная российская пеллетная котельная (20 МВт).

В России имеется многолетний опыт исследования топочных процессов сжигания дров и древесных отходов. Однако в РФ отсутствуют государственные меры по стимулированию развития теплоснабжения с использованием ВИЭ

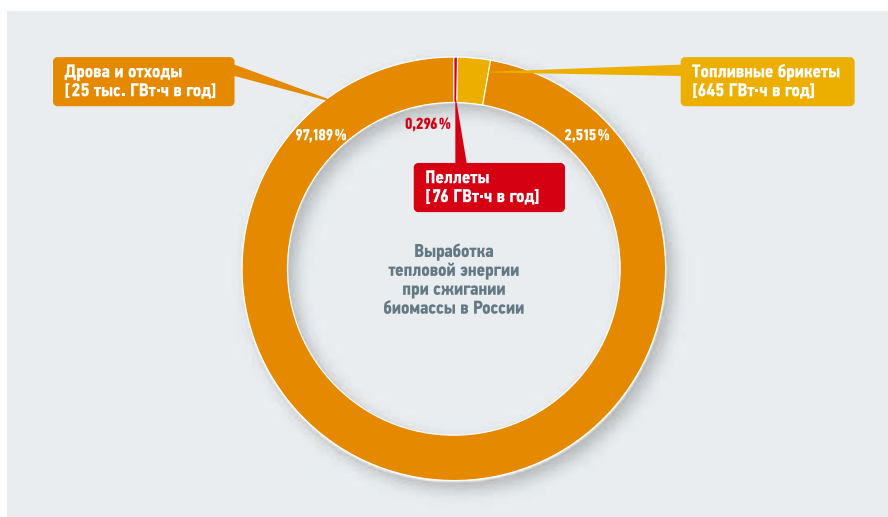


Рис. 3. Выработка тепловой энергии при сжигании биомассы в России

Практически во всех регионах массовой лесозаготовки значительное число отопительных котельных работают на дровах и дровяных отходах. Следует также отметить успешную работу котельной на древесной коре в посёлке Импилахти в Республике Карелия. Технологии сжигания в котлах дров и древесных отходов в России разработаны в [Центральном котлотурбинном институте \(ЦКТИ им. И.И. Ползунова, город Санкт-Петербург\)](#), во [Всероссийском теплотехническом институте \(ВТИ, город Москва\)](#). В 2021 году десятки отечественных заводов серийно производили котлы, работающие на дровах и пеллетах.

Выводы

С учётом изложенного можно сделать следующие выводы. При отсутствии государственной поддержки, в том числе по новой программе «ДПМ ВИЭ 2.0», утверждённой Правительством РФ в 2021 году (до 2035 года) [8], выработка электрической энергии БиоЭС в 2020 году составила 65,2 ГВт·ч/год, в том числе на основе биомассы и её отходов — 39,03 ГВт·ч/год, биогаза — 25,06 ГВт·ч/год, свалочного газа — 1,15 ГВт·ч/год. Выработка тепловой энергии на основе биомассы в 2019 году составила 25721 ГВт·ч/год, в том числе при сжигании дров — 25 тыс. ГВт·ч/год, топливных брикетов — 645 ГВт·ч/год, пеллет — 76 ГВт·ч/год.

В России имеется многолетний опыт исследования топочных процессов сжигания дров и древесных отходов. Десятки заводов производят котлы, в том числе дровяные и пеллетные, а также пеллетные горелки. В России в настоящее время отсутствуют государственные меры по стимулированию развития теплоснабжения с использованием ВИЭ. ●

1. Панцхава Е.С. Электростанции на биотопливе (биомассе). Монография. — М.: Изд-во «Русайнс», 2016. 340 с.
2. Панцхава Е.С. Биоэнергетика. Мир и Россия. Биогаз: теория и практика: монография. — М.: Изд-во «Русайнс», 2014. 912 с.
3. Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса РФ до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 11.02.2021 №312-р.
4. Карасевич В.А. Перспективы использования ВИЭ для нужд теплоснабжения в регионах РФ // Журнал СОК. 2021. №5. С. 56–58.
5. Никольская В. Инновационная поленница. Дрова — устаревший товар или современное биотопливо? // ЛесПромИнформ, 2019. №5. С. 122–128.
6. Тамби А., Забелин А. Топливные брикеты — рынок растёт // ЛесПромИнформ, 2019. №7. С. 122–125.
7. Ракитова О. Каким быть топливу будущего? Конгресс и выставка «Биомасса: топливо и энергия» // ЛесПромИнформ, 2021. №3. С. 116–121.
8. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности: Постановление Правительства РФ от 05.03.2021 №328.

Автономное энергоснабжение автоматизированных газораспределительных станций нового поколения

Рецензия эксперта на статью получена 15.09.2021 [The expert review of the article received on September 15, 2021].

Одним из факторов надёжного и безопасного газоснабжения является качественное функционирование газораспределительных станций (ГРС). Для достижения высоких показателей их работы ПАО «Газпром» совместно с ПАО «Газпром автоматизация» разработана и принята к реализации «Концепция технического развития газораспределительных станций», предусматривающая комплексный подход — внедрение новых методов, технологий и оборудования при техническом перевооружении ГРС, а также оптимизация затрат, связанных с обеспечением надёжности и безопасности ГРС [1].

Положения «Концепции технического развития ГРС» планируется использовать структурными подразделениями и дочерними обществами ПАО «Газпром» при создании программ и планов реконструкции и технического перевооружения ГРС, а также при разработке нормативных документов Системы стандартизации ПАО «Газпром».

Перспективными ГРС считаются автоматизированные газораспределительные станции нового поколения (АГРС-НП), обладающие энергонезависимостью, «интеллектуальной» системой автоматического управления (ИСАУ), с централизованной формой обслуживания (второй категории) и выполнением технического обслуживания и ремонта с периодичностью не более чем один раз в год [1, 2].

Направлениями развития перспективных станций АГРС-НП являются: электроснабжение от источника, расположенного на территории АГРС и использующего принцип преобразования энергии сжатого (транспортируемого) газа и/или ВИЭ; применение технологий, исключающих присутствие обслуживающего персонала, и использование топливного газа для подогрева транспортируемого газа.

Перспективными ГРС считаются автоматизированные газораспределительные станции нового поколения (АГРС-НП), обладающие энергонезависимостью, интеллектуальной системой автоматического управления (ИСАУ), с централизованной формой обслуживания (второй категории) и выполнением технического обслуживания и ремонта с периодичностью не более чем один раз в год [1, 2]

Каждое направление развития станций АГРС-НП характеризуется следующей спецификой:

1. Формирование комплекса мероприятий, снижающих энергопотребление проектируемых АГРС-НП.
2. Предотвращение снижения температуры газа при редуцировании и, как следствие, снижения энергопотребления на его подогрев, за счёт применения инновационных способов редуцирования.
3. Использование отопительных систем с тепловыми насосами и низкопотенциальными источниками энергии (грунт земли, воздух и др.).
4. Применение, в зависимости от требований и внешних условий, в качестве основного источника электроэнергии: детандер-генераторных агрегатов (ДГА), ветроэнергетических установок (ВЭУ), фотоэлектрических установок (ФЭУ), электрогазодинамических генератор-детандеров (ЭГД-Г-Д) или их комбинации.
5. Использование, для повышения эффективности функционирования, трёхуровневой системы управления оборудованием энергетического комплекса (ЭК) автоматизированной газораспределительной станции нового поколения.

УДК 620.91-93:620.97. Научная специальность: 05.14.08.

Автономное энергоснабжение автоматизированных газораспределительных станций нового поколения

В. К. Аверьянов, д.т.н., профессор, член-корреспондент РААСН, советник генерального директора АО «Газпром промгаз»; **О. А. Давыдов**, инженер, заместитель генерального директора по строительству инфраструктурных объектов ООО «РусХимАльянс»; **В. В. Елистратов**, д.т.н., профессор, директор Научно-образовательного центра «Возобновляемые виды энергии и установки на их основе»; **С. Н. Кирюхин**, к.т.н., доцент, заместитель заведующего отделом АО «Газпром промгаз»

Приведены результаты расчётных исследований режимов функционирования нового схемного решения энергокомплекса автоматизированных газораспределительных станций нового поколения. Определена структура интеллектуальной системы автоматического управления и оптимальный состав оборудования энергетического комплекса при минимальных капитальных затратах на его создание.

Ключевые слова: автоматизированная газораспределительная станция нового поколения, энергетический комплекс, детандер-генераторный агрегат, тепловая насосная установка.

UDC 620.91-93:620.97. Scientific specialty number: 05.14.08.

Autonomous power supply of automated gas distribution stations of the new generation

V. K. Averyanov, Doctor of Technical Sciences, Professor, corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences (RAASN), adviser to the general director of "Gazprom promgaz", JSC; **O. A. Davydov**, engineer, deputy general director for construction of infrastructure facilities of "RusKHimAlians", LLC; **V. V. Elistratov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, director of the "Renewable energy and installations based on them" Scientific and Educational Center; **S. N. Kiryukhin**, PhD, Associate Professor, deputy head of the department of "Gazprom promgaz", JSC

The results of computational studies of the operating modes of a new circuit solution of the power complex of automated gas distribution stations of a new generation are presented. The structure of the intelligent automatic control system and the optimal composition of the equipment of the energy complex with minimal capital costs for its creation are determined.

Key words: automated gas distribution station of a new generation, energy complex, expander-generator unit, heat pumping unit.

Известно, что системы наружного и внутреннего освещения ГРС потребляют до 32% от общего количества электроэнергии, используемой оборудованием станции [3]. К факторам, снижающим энергопотребление, относятся: оптимизация режимов работы светотехнического оборудования, снижение потерь электроэнергии в осветительных сетях, переход на энергосберегающие технологии.

К энергосберегающим мероприятиям относятся: применение экономичных типов источников света (в том числе с использованием светодиодных), применение оптимальных режимов, внедрение системы АСКУЭ и др. Применение энергосберегающих мероприятий и технологий позволит на 20–40% снизить общее энергопотребление системами освещения.

Для защиты от коррозии подземных стальных газопроводов, при всех способах прокладки, кроме наземной, трубопроводы подлежат комплексной защите от коррозии защитными покрытиями и средствами электрохимической защиты, независимо от коррозионной агрессивности грунта.

В последнее время чаще применяются автоматизированные станции катодной защиты, электроснабжение которых осуществляется от ВИЭ. В установках с ВИЭ используется как ветрогенератор, так и солнечная батарея, либо оба источника одновременно в зависимости от климатических характеристик района. Для повышения надёжности данной схемы катодной защиты дополнительно используются электроаккумуляторы и/или протекторные установки. Кроме того, с целью снижения мощности катодной защиты, расходуемой на электроснабжение станций, коммуникации ГРС выполняются с наземной прокладкой, либо для подземной прокладки используются полиэтиленовые трубы, которые не подвержены почвенной коррозии. Защиту подземных стальных ёмкостей или резервуаров на площадках ГРС чаще всего осуществляется с помощью протекторных установок.

В том случае, когда протяжённость газопровода-отвода небольшая, а на площадке ГРС все коммуникации выполнены надземно или из полиэтиленовых труб, то электрохимическая защита газопровода-отвода может осуществляться от катодного преобразователя, установленного на линейной части, и расчётная мощность энергоисточника на ГРС существенно снижается.

Другим направлением уменьшения потребления электроэнергии на электрохимическую защиту является применение для защиты подземных стальных га-

зопроводов новых изоляционных материалов (экструдированного полиэтилена, полипропилена, термоусаживающихся материалов, полимерно-битумных или полимерно-асмольных лент и др.). Выбор мероприятий по снижению электропотребления средствами защиты от коррозии определяется мощностью станции и местными условиями. В любом случае их применение способствует общему снижению энергопотребления.



❖ Автоматизированные газораспределительные станции (АГРС) «Голубое пламя» производства компании ООО «Завод «Нефтегазоборудование» (г. Саратов) включены в реестр оборудования и материалов, технические условия которых соответствуют требованиям ПАО «Газпром»

Потребность в тепловой энергии определяется необходимостью поддержания регламентируемого воздухообмена и температурного режима в помещениях АГРС, а также потребностью подогрева технологического газа.

Из условий энергосбережения, помимо качественной теплоизоляции ограждающих конструкций, жалюзи или вытяжные шахты возможно оборудовать стабилизаторами притока воздуха (клапанами), предотвращающими тепловые потери при сверхрасчётном притоке холодного воздуха в периоды пониженных температур наружного воздуха или повышенных скоростей ветра. Снижению теплопотерь также способствует система предварительного подогрева технологического газа, предотвращающая поглощение тепловой энергии холодными газопроводами. При использовании для отопления тепловых насосов важным фактором энергосбережения является температура теплоносителя. Использование приборов и систем с низкотемпературным теплоносителем (калориферы, лучистые панели, напольные системы и др.) позволяет снизить расход электроэнергии, потребляемый тепловыми насосами.

Необходимость подогрева газа перед регулятором в ГРС связана со снижением температуры газа при дросселировании. Снижение температуры характеризуется дифференциальным дроссельным эффектом Джоуля — Томпсона. В рабочем диапазоне дросселирования давления газа на ГРС (до 6,5–7,0 МПа) величина дроссельного эффекта практически не меняется, а величина снижения температуры газов при дросселировании составляет 15–35°C. Это

приводит к созданию условий по параметрам, соответствующих кристаллообразованию тяжёлых фракций и остаточных следов жидкости после осушки. Согласно нормативной документации, необходимо обеспечивать температуру газа на выходе из ГРС не ниже -10°C (на пучинистых грунтах не ниже 0°C). Для предотвращения обмерзания газового оборудования и подогрева газа в качестве нового решения предлагается внедрение установок без машинного энергоразделения [4].

Анализ параметров дросселирования потока газа вихревыми трубами (ВТ) различного исполнения показал, что в определённом диапазоне соотношения между «холодным» и «горячим» потоками после разделения в закручивающем устройстве ВТ их перемешивание даёт осреднённую температуру смешанного потока выше, чем температура газа на входе в вихревое дроссельное устройство. Этот же эффект получен на режимах с перекрытием «горячего» потока и внутренним перемешиванием ВТ с крестовиной, обеспечивающей перевод воздуха (газа) с «горячего» конца ВТ в центральную область вихревой камеры с пониженным давлением через центральную трубку крестовины.

Испытания опытного образца изотермического регулятора (в диапазоне давлений сжатого воздуха на входе 0,6–5,0 МПа) показали, что установка на входе в регулятор винтового завихрителя позволяет изменить (повысить или понизить, в зависимости от соотношения давлений) температуру поступающего из магистрали газа на 3–6 °С, что может предотвратить гидратообразование и избавить от необходимости подогрева газа на входе регулятора давления газа.

В работе [4] выполнен анализ различных способов повышения эффективности редуцирования природного газа путём безогневого подогрева и предотвращения гидратообразования с помощью энергоразделяющих устройств (ЭУ). Внедрение ЭУ в узел редуцирования позво-



Фото: ООО «Аэропарк», aэропарк.рф

•• Автоматизированная газораспределительная блочная станция АГРС «Саратов-М(70)»



Фото: ООО «Завод «Нефтегазоборудование», ngras.ru

•• АГРС «Бужаниново» (10 тыс. м³/ч) в Сергиево-Посадском городском округе

лит исключить (частично или полностью) получение тепловой энергии на ГРС сжигом газа [4].

Тепловая насосная установка (ТНУ) — установка, которая переносит тепловую энергию от низкотемпературного источника к гораздо более высокотемпературному потребителю теплоты с помощью электрической энергии, потребляемой из внешней системы электроснабжения.

ТНУ на 1 кВт потребляемой электроэнергии позволяют извлечь до 4 кВт тепловой энергии из окружающей среды и повысить температурный потенциал до 65 °С и более. Современные сплит-системы с нижним пределом эксплуатации на обогрев до –30 °С совмещают несколько потребительских опций, в том числе и использование для отопления ГРС. Такие системы обеспечивают теплоснабжение ГРС не менее чем в 90 % проектных решений. Для оставшихся 10 % решений предлагается, как правило, электрообо-

грев или использование грунтовых теплообменников (ГТО) в составе тепловой насосной установки для подогрева транспортируемого газа или в виде отдельного блока. Применение ТНУ для отопления АГРС-НП, в соответствии с требованиями [2], позволяет отказаться от использования органического топлива. Особенности расчёта и практического применения тепловых насосных установок с ГТО для нужд теплоснабжения исследованы в ряде работ [5, 6 и др.].

Тепловая насосная установка (ТНУ) может переносить тепловую энергию от низкотемпературного источника к гораздо более высокотемпературному потребителю теплоты с помощью электрической энергии, потребляемой из внешней системы электроснабжения

Совершенствование конструкции и характеристик ФЭУ и ВЭУ способствует их более широкому применению на ГРС, в автономных энергосистемах (ЭС), располагающихся, как правило, в труднодоступных, удалённых от централизованных систем электроснабжения районах, преимущественно с высоким потенциалом вторичных энергоресурсов (ВЭР). Оптимизация состава и режимов функционирования оборудования энергокомплексов (ЭК) с ВИЭ улучшает экономичность систем электроснабжения.

Аккумуляторы, являясь в настоящее время уже обязательной частью гибридных энергокомплексов, позволяют повысить надёжность энергоснабжения при одновременном снижении установленной мощности генерирующего оборудования энергокомплекса. К наиболее перспективным относятся литий-металл-полимерные (ЛМР) аккумуляторы.

К перспективным электрогенераторам относятся ЭГД-Г-Д, преобразующие потенциальную энергию газа при дросселировании. В отличие от ДГА, ЭГД-Г-Д преобразуют внутреннюю энергию сжатого газа при его расширении непосредственно в электрическую энергию. В ЭГД-Г-Д отсутствуют механические движущиеся части, внутри установлены электроды для ионизации потока газа и его торможения в электрическом поле. При этом давление и температура расширяющегося газа, так же, как и в ДГА, понижаются по адиабатному закону с относительно высоким изоэнтропийным КПД. Преобразование энергии происходит за счёт вязкого взаимодействия газа с заряжёнными частицами в электрическом поле. Ионизация газового потока осуществляется с помощью коронного разряда при высоком напряжении. Перенос заряжённых частиц

против сил электрического поля осуществляется потоком газа, что и приводит к формированию высокого напряжения на зажимах генератора. Подогрев газа выполняется по традиционным схемам. В работе [1] применение ЭГД-Г-Д рассматривается как одно из направлений повышения энергоэффективности ГРС.

Ранее выполненные исследования [7, 8 и др.] показали целесообразность использования ДГА при создании бесплольных систем энергоснабжения ГРС. Созданию надёжных и конкурентоспособных ДГА посвящено значительное число работ, обзор которых и разработка новых конструкций приведены в фундаментальной работе [8]. Ввиду актуальности широкого внедрения ДГА, в ПАО «Газпром» разработана «Программа по внедрению турбодетандерных установок на ГРС для выработки электроэнергии и получения сжиженного природного газа» [9]. Запланировано построить почти 600 установок для производства электроэнергии на ГРС и обеспечения их энергонезависимости (всего в концерне более 4000 ГРС).

При применении ДГА для устойчивого снабжения АГРС-НП тепловой и электрической энергией в автономном режиме могут потребоваться установки, работающие на низкопотенциальной энергии грунта — геотермальные ТНУ, проблемам использования которых посвящено значительное число работ [6–8, 10]. Совокупность создаваемых с этой целью скважин с грунтовыми теплообменниками и окружающий массив грунта представляют собой эффективную систему сбора низкопотенциальной энергии.



Фото: ПАО «Газпромстрой», г.газстрой.рф

Автоматизированная газораспределительная станция в городе Тында Амурской области

На характеристики подобного рода энергетических комплексов оказывают влияние большое число факторов. Многофункциональность энергосистем АГРС-НП с ВИЭ, переменность режимов генерации и потребления тепловой и электрической энергии на них, многообразие исходных данных при проектировании, при условии создания надёжных безлюдных и бесплольных систем энергоснабжения, формируют необходимость разработки комплексных моделей оптимизации гибридных энергокомплексов.

Для оптимизации режимов функционирования оборудования, входящего в состав автономного энергокомплекса АГРС-НП, разработана имитационная

модель известной базовой схемы энергокомплекса (рис. 1), в которой с помощью ДГА и низкопотенциальных ВИЭ (воздушных и грунтовых теплообменных аппаратов и др.) осуществляется преобразование потенциальной энергии газа [7].

В имитационной модели ЭК АГРС-НП поступающий в ГРС газ высокого давления сначала подаётся в теплообменные аппараты, а затем в ДГА. В детандере расширяющийся газ приводит в действие генератор, который вырабатывает электрическую энергию. Часть этой энергии используется для подогрева газа перед детандером в пиковом теплообменном аппарате (ПКТО), а оставшаяся часть используется электроприводом компрессора ТНУ и другими потребителями ГРС.

Поскольку при расширении газа его температура и давление значительно снижаются, основной подогрев газа перед детандер-генераторным агрегатом (до температуры 50–80°C) осуществляется в конденсаторе парокompрессионной тепловой насосной установки, которая содержит испаритель с дросселирующим устройством и компрессор. В испарителе ТНУ состояние хладагента изменяется за счёт теплоты, поступающей от грунтового теплообменного аппарата (ГТО) и/или от воздушного теплообменного аппарата (ВТО), являющихся в этой схеме низкопотенциальными ВИЭ.

В рассматриваемом схемном решении альтернативные варианты организации автономного бесплольного энергоснабжения, при разных мощностях составного оборудования, существенно отличаются капитальными затратами, но имеют практически равные эксплуатационные расходы.

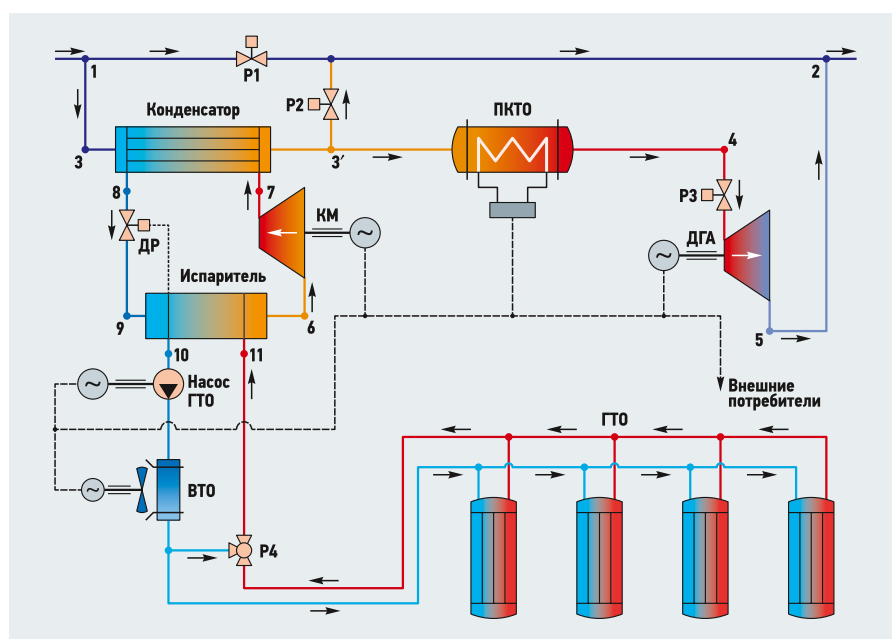


Рис. 1. Технологическая схема энергокомплекса АГРС-НП на базе одноступенчатого ДГА, парокompрессионной ТНУ, ВТО и ГТО (P1, P2 и P3 — регуляторы давления; P4 — трёхходовой вентиль; КМ — компрессор ТНУ; ДР — дроссель испарителя ТНУ)

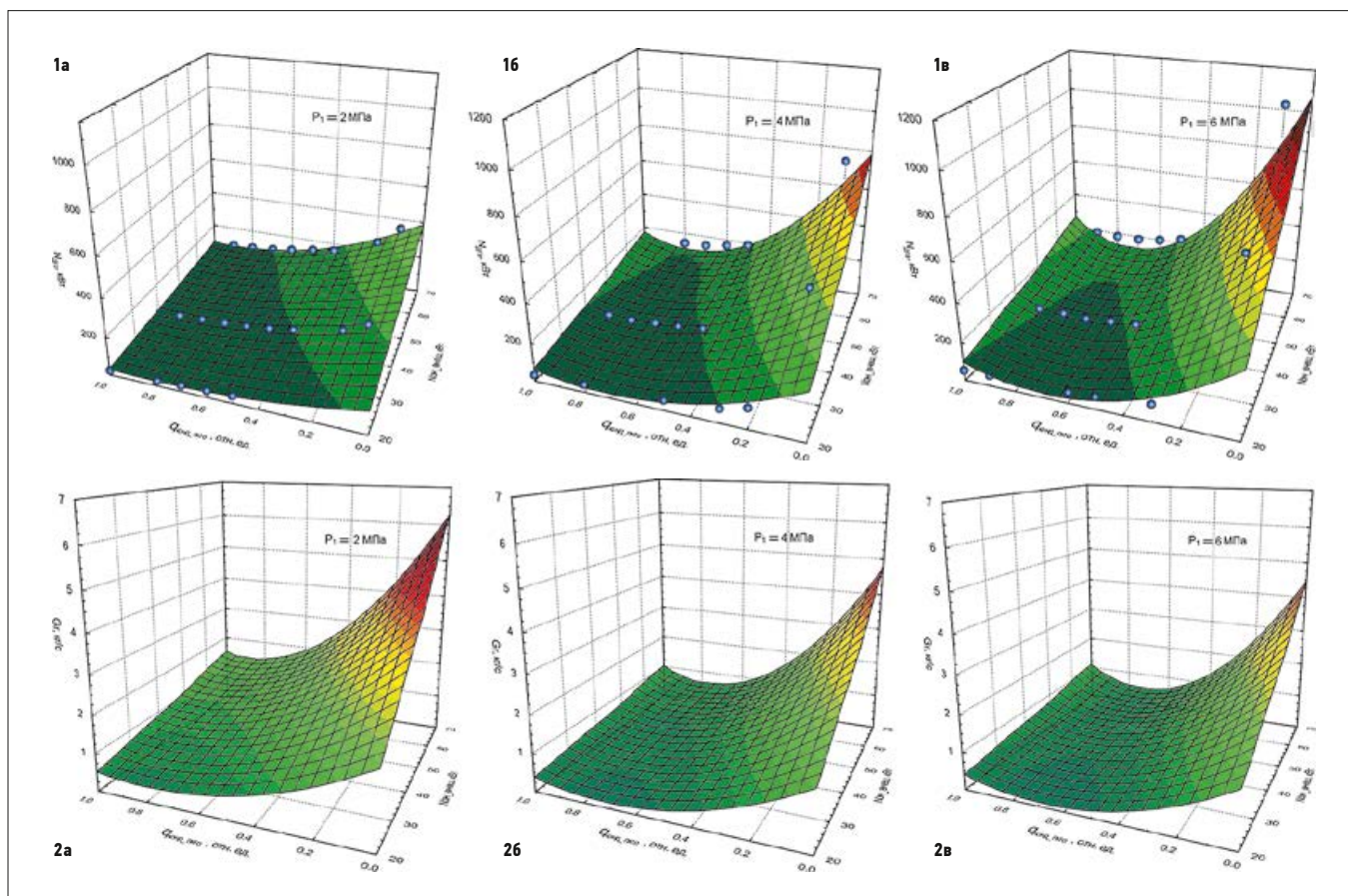


Рис. 2. Зависимости мощности (ряд 1) и расхода газа (ряд 2) ДГА от давления газа на входе АГРС, отношения тепловых мощностей конденсатора тепловой насосной установки (ТНУ) и пикового теплообменного аппарата (ПКТО) и внешней электрической нагрузки энергокомплекса (ЭК)

Поэтому поиск оптимального варианта характеристик оборудования энергокомплекса АГРС-НП с ВИЭ по критерию минимального значения капитальных затрат осуществляется расчётным путём, с использованием имитационной модели, разработанной в пакете прикладных программ MATLAB, в следующем порядке:

- для заданных значений внешней (по отношению к энергокомплексу) электрической нагрузки, соотношения тепловых мощностей конденсатора ТНУ и ПКТО, а также параметров технологического газа рассчитывается вырабатываемая ДГА мощность и необходимое для предотвращения критического снижения температуры газа за турбиной ДГА количество тепловой энергии;

- для расчётного количества теплоты, необходимого для подогрева газа в конденсаторе ТНУ, а также по количеству теплоты, передаваемой хладагенту теплоносителем ГТО в испарителе ТНУ, определяются параметры рабочих сред, расходные и мощностные характеристики ТНУ и ГТО, обеспечивающих работу энергокомплекса АГРС-НП в целом;

- по полученным мощностным характеристикам оборудования и удельным значениям капитальных затрат рассчитываются показатели затрат для заданного

нагрузочного режима ДГА и заданного соотношения тепловых мощностей конденсатора ТНУ и ПКТО;

- в полученном множестве значений капитальных затрат определяется область минимальных значений, которая соответствует оптимальному варианту тепловых мощностей конденсатора ТНУ и ПКТО на всех нагрузочных режимах работы детандер-генераторного агрегата.

Оптимизация режимов функционирования оборудования энергокомплекса АГРС-НП с ДГА и ВИЭ выполнен по плану полного факторного эксперимента, в котором в качестве активных факторов использовались: мощность внешней (по отношению к энергокомплексу) электрической нагрузки в диапазоне значений от 20 до 70 кВт; отношение тепловых мощностей конденсатора ТНУ и ПКТО в диапазоне значений от 0 до 1,0, а также давление газа на входе АГРС-НП в диапазоне значений от 2 до 6 МПа. В процессе

исследований выполнена имитация более 90 режимов функционирования, в каждом из которых рассчитано до 40 параметров модели ЭК АГРС-НП. Предварительный анализ некоторых полученных результатов приведён в [10].

По результатам расчётных исследований установлено:

1. Для генерации детандерным агрегатом требуемого количества энергии газ необходимо подогреть до 90 °С пропорционально заданному давлению газа на входе ДГА и действующей в текущий момент времени внешней электрической нагрузке (рис. 2, ряд 1). При этом расход газа через детандерный агрегат должен изменяться в диапазоне значений от 0,2 до 5,7 кг/с пропорционально действующей (в текущий момент времени) внешней нагрузке и обратно пропорционально заданному давлению газа на входе ДГА (рис. 2, ряд 2).

2. Для подогрева газа, подаваемого на вход детандер-генераторного агрегата, до 90 °С количество тепловой энергии, передаваемой газу в теплообменных аппаратах (конденсаторе ТНУ и ПКТО), должно изменяться в диапазоне значений от 21 до 1030 кВт пропорционально установленному на входе ДГА давлению газа и действующей в текущий момент времени внешней электрической нагрузке (рис. 3).

В ПАО «Газпром» разработана программа по внедрению турбодетандерных установок на ГРС для выработки электроэнергии и получения сжиженного природного газа

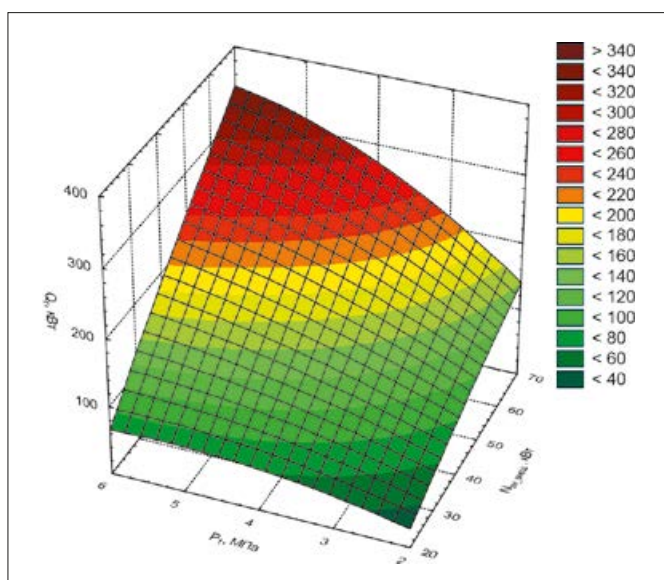


Рис. 3. Форма зависимости количества тепловой энергии, передаваемой газу в конденсаторе ТНУ и ПКТО, от давления газа на входе ДГА и внешней электрической нагрузки ЭК

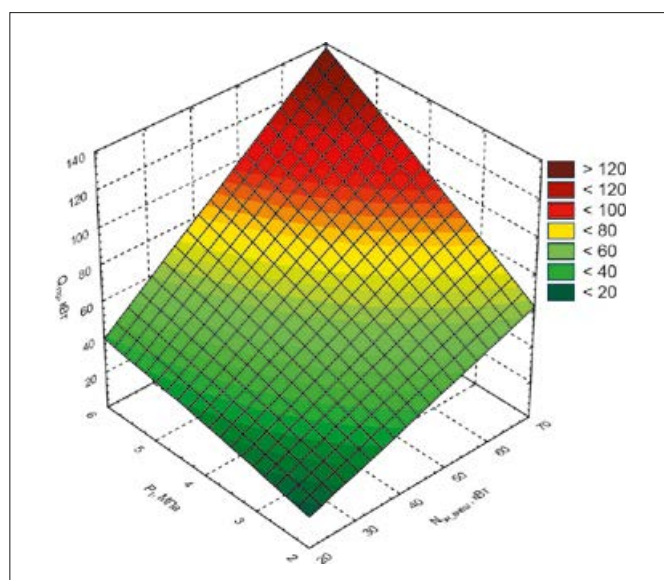


Рис. 5. Форма зависимости количества тепловой энергии, передаваемой ГТО конденсатору ТНУ, от давления газа на входе ДГА и от внешней электрической нагрузки ЭК

При этом в диапазоне заданных на входе ДГА давлений (от 2 до 4 МПа) наиболее эффективным (в отношении тепловых мощностей конденсатора ТНУ и пикового теплообменного аппарата) является подогрев газа только в конденсаторе тепловой насосной установки. При давлении газа на входе детандер-генераторного агрегата от 4 до 6 МПа наиболее эффективным является отношение тепловых мощностей конденсатора ТНУ и ПКТО, соответственно, 0,8 к 0,2 (рис. 4).

3. Для обеспечения работы конденсатора тепловой насосной установки в соответствующем режиме функционирования, количество тепловой энергии, передаваемой от низкопотенциального источника энергии (ГТО) испарителю ТНУ, должно изменяться от 0 до 215 кВт пропорцио-

нально заданному на входе ДГА давлению газа и действующей (в текущий момент времени) внешней электрической нагрузке (рис. 5). При этом наибольшее количество тепловой энергии низкопотенциального источника энергии (ГТО), потребляемого испарителем ТНУ, соответствует режимам работы энергокомплекса, когда газ, поступающий на вход ДГА, подогревается только в конденсаторе тепловой насосной установки (рис. 6).

Затраты на создание ЭК АГРС-НП с использованием ВИЭ возможно минимизировать путём имитационного моделирования процессов преобразования энергетических потоков

4. Затраты на создание энергокомплекса АГРС-НП с использованием возобновляемых источников энергии возможно минимизировать путём имитационного моделирования процессов преобразования энергетических потоков в условиях нестационарного поступления ВЭР и потребления выработанной энергии на основе параметрического анализа составляющих теплового баланса и статических характеристик элементов ЭК по выбранному критерию оптимизации.

Использование в качестве критерия минимума капитальных затрат позволяет определить требуемые характеристики энергетического оборудования, а также выбрать структуру и режимы функционирования энергокомплекса АГРС-НП с ДГА и ВИЭ.

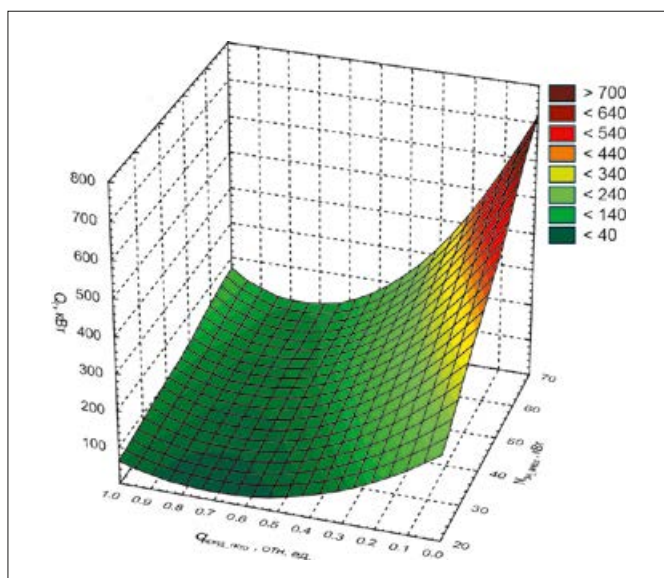


Рис. 4. Форма зависимости количества тепловой энергии, передаваемой газу в конденсаторе ТНУ и ПКТО, от отношения тепловых мощностей конденсатора ТНУ и ПКТО и от внешней электрической нагрузки ЭК

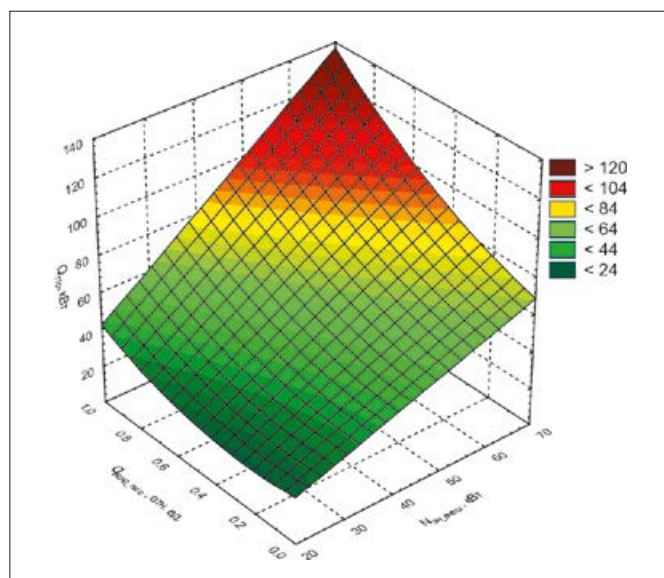


Рис. 6. Форма зависимости количества тепловой энергии, передаваемой ГТО конденсатору ТНУ, от отношения тепловых мощностей конденсатора ТНУ и ПКТО и от внешней электрической нагрузки ЭК

Для реализации указанных выше оптимальных режимов функционирования детандер-генераторного агрегата, оборудования тепловой насосной установки и низкопотенциальных возобновляемых источников энергии предложена трёх-уровневая архитектура системы управления энергокомплекса АГРС-НП, включающая следующие уровни (рис. 7):

1. «Полевой» (непосредственно рабочий) уровень управления технологическими процессами (преобразования, распределения и потребления энергии).

2. Диспетчерский уровень контроля и управления оборудованием энергокомплекса, осуществляемый в режиме реального времени.

3. Интеллектуальный уровень управления, решающий задачи:

- прогнозирования генерации, потребления и энергобалансов в системе;
- прогнозирования изменения технического состояния и отказов оборудования энергокомплекса;
- корректировки планов технических обслуживаний и ремонтов;
- оптимизации режимов функционирования оборудования энергокомплекса;
- хранение данных, поступающих с полевого и диспетчерского уровней управления, а также результатов прогнозирования и контроля взаимодействия и управления потребителями энергокомплекса.

При разработке математического и алгоритмического обеспечения системы управления использованы различные методы синтеза функций управления генерирующим, распределительным и потребляющим оборудованием. Так, например, прогнозирование случайного поступления вторичных энергоресурсов, генера-

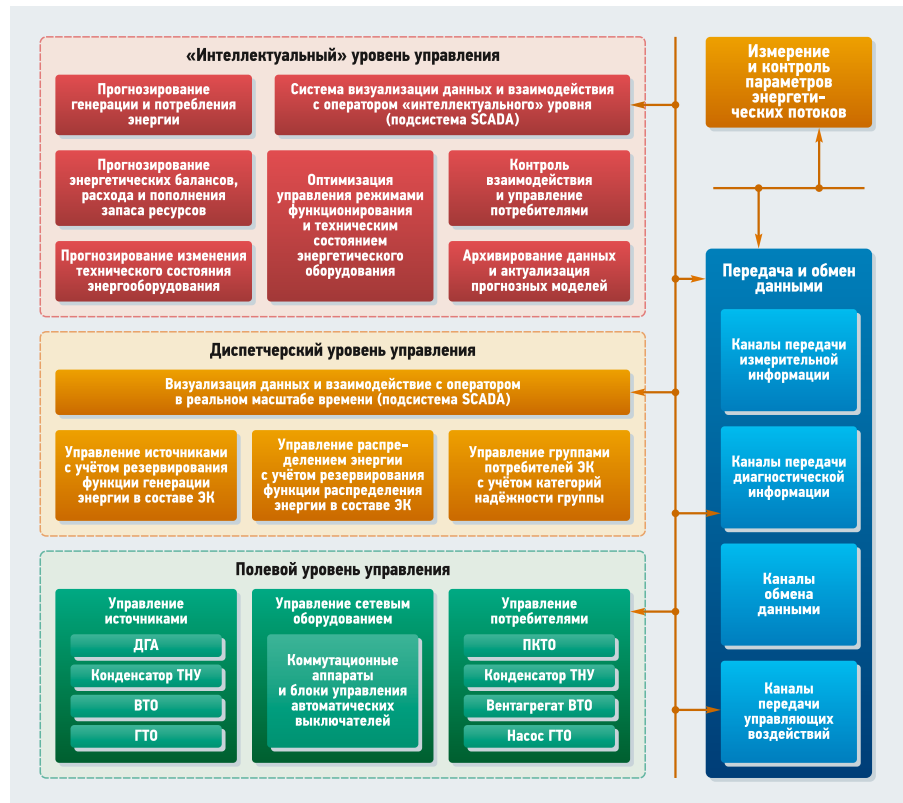


Рис. 7. Архитектура системы управления энергокомплексом АГРС-НП

ции и потребления электрической энергии представлено математическим описанием основных статистических зависимостей, полученных в результате анализа как многолетних (архивных) наблюдений, так и результатов текущих измерений основных технологических параметров энергокомплекса.

Специально разработанное прикладное программное обеспечение соответствует принятой архитектуре системы управления, реализует функции распре-

делённого управления и противоаварийных защит, а также предусматривает использование всех результатов прогнозирования, что обеспечивает перевод обслуживания оборудования энергокомплекса «по плану» к обслуживанию «по факту» и снижает не только общее количество отказов, но и затраты на ликвидацию последствий их возникновения.

Таким образом, по результатам выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Разработанная имитационная модель позволила выбрать оптимальную структуру энергокомплекса АГРС-НП с детандер-генераторным агрегатом и ВИЭ, состоящую из трёх функционально связанных технологических контуров: газовый контур с трубопроводами высокого и низкого давления, двумя подогревателями газа и ДГА, преобразующим потенциальную энергию газа высокого давления в электрическую энергию; тепловой контур хладагента тепловой насосной установки с компрессором, конденсатором, редуктором и испарителем, принимающим, преобразующим и передающим теплоту от жидкостного контура ВИЭ газовому контуру ДГА; жидкостной контур теплоносителя ВИЭ с насосом, трёхходовым вентилем, воздушным и грунтовым теплообменниками, преобразующими теплоту, получаемую от ВИЭ, и передающими её в тепловой контур ТНУ.



Автоматическая газораспределительная станция №10 (АГРС-10) Вынгапуровского ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Сургут» снабжает газом город Ноябрьск Ямало-Ненецкого АО

2. С помощью имитационной модели согласованы режимы и параметры функционирования энергетического оборудования ЭК АГРС-НП. Так, например, при оптимальном (по капитальным затратам) отношении тепловых мощностей конденсатора ТНУ и ПКТО, соответственно, 0,8 к 0,2, для обеспечения внешней электрической нагрузки в 70 кВт расход газа через ДГА должен быть не менее 0,8 кг/с при подогреве до 90°C и давлении на входе ДГА 6 МПа. Для обеспечения внешней электрической нагрузки в 40 кВт расход газа через ДГА должен быть не менее 0,45 кг/с при тех же значениях температуры и давления газа на входе ДГА и том же отношении тепловых мощностей конденсатора ТНУ и ПКТО.

3. Использование ПКТО как дополнительного теплообменного аппарата позволяет при оптимальном отношении тепловых мощностей конденсатора ТНУ и ПКТО снизить количество энергии, вырабатываемой ДГА для обеспечения собственных нужд ЭК АГРС-НП. Так, для приведённых в качестве примера режимов электрическая мощность, потребляемая на собственные нужды энергокомплекса, составит 115,6 и 66,2 кВт, соответственно. Электрическая мощность, потребляемая на собственные нужды ЭК без ПКТО, составит 133 и 76 кВт, соответственно, что на 13% ниже по сравнению с вариантом с ПКТО.

4. Исследованные схемные решения структуры ЭК АГРС-НП для доведения их до серийного производства, унификации и промышленной сертификации (в соответствии с требованиями действующих нормативных документов) требуют дополнительных экспериментальных и технико-экономических исследований.

5. Полученные в ходе исследований результаты позволяют считать предложенный расчётный способ минимизации затрат на создание энергокомплекса АГРС-НП с использованием ВИЭ комплексным, инновационным и обеспечивающим переход на малолюдные технологии эксплуатации энергетического оборудования, в соответствии с требованиями нормативных документов [2]. ●

1. Михаленко В.А., Савин А.А., Дистанов А.Ю., Лигачёв А.В., Алимов С.В., Тарасов В.В. Новые горизонты технического развития газораспределительных станций // Газовая промышленность, 2020. №5. С. 52–57.
2. СТО Газпром 2-2.3-1081–2016. Газораспределительные станции. Общие технические требования. — СПб., 2018. 94 с.
3. Петухова С.Ю., Тугов И.И. Энергосберегающие технологии управления электропотреблением газораспределительных станций / Новые технологии и проблемы технических наук: Сб. науч. трудов по итогам межд. науч.-техн. конф. — Красноярск: СибГУ, 2016. №3.
4. Щипачев А.М., Белоусов А.Г., Дмитриева Е.С. Повышение эффективности редуцирования природного газа на газораспределительных станциях // Neftegas.ru, 2020. №3. С. 92–96.
5. Аверьянов В.К., Карасевич А.М., Федяев А.В. Системы малой энергетики: современное состояние и перспективы развития. Т. 1, 2. — М.: ИД «Страховое ревью», 2008. 962 с.
6. Журмилова И.А. Совершенствование систем тепло- и холодоснабжения зданий с применением грунтовых теплообменников: дисс. канд. техн. наук по спец. 05.23.03. — Пенза: ПГУАС, 2016. 155 с.
7. Байдакова Ю.О. Исследование эффективности схем бестопливных установок генерации электроэнергии на основе детандер-генераторных агрегатов и тепловых насосов: дисс. канд. техн. наук по спец. 05.14.01. — М.: НИУ МЭИ, 2013. 155 с.
8. Фокин Г.А. Методология создания автономных турбинных источников электрической энергии, использующих энергию сжатого природного газа для собственных нужд газотранспортной системы: дисс. доктора техн. наук по спец. 05.04.12. — СПб.: СПбПУ, 2015. 456 с.
9. Программа по внедрению турбодетандерных установок на ГРС для получения сжиженного природного газа и для выработки электроэнергии (утв. 22.03.2016 №03-42) / ПАО «Газпром». — М., 2016.
10. [Аверьянов В.К., Давыдов О.А., Елистратов В.В., Кирюхин С.Н. Автономное энергоснабжение газораспределительной станции с использованием альтернативных источников энергии // Журнал СОК, 2020. №11. С. 56–60.](#)
[References — see page 79.](#)



Фантастическая тройка

приборов для настройки и диагностики систем отопления и тепловых насосов

- Smart измерения
- Турбо анализ
- Лёгкое документирование

Ждём вас на выставке
Aquatherm Moscow 2022
Стенд № В1053

Геотермальная энергетика: всемирный обзор 2020. Часть 1

В данном материале обобщены основные достижения всех стран, которые ввели в эксплуатацию новые геотермальные электростанции в период с 2015 по 2019 годы. Во всех случаях информация, представленная ниже, была взята из официальных документов Country Update, представленных на Всемирном геотермальном конгрессе (World Geothermal Congress, WGC), дополнена информацией из Интернета и/или из общения с компетентными специалистами.

Перевод: Г.Б. БАДАВОВ, старший научный сотрудник, [Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики \(ИПГВЭ\)](#) — филиал [Объединённого института высоких температур Российской академии наук \(ОИВТ РАН\)](#), г. Махачкала

Примечание: автор выражает искреннюю благодарность ведущему инженеру [ИПГВЭ](#) Светлане Ивановне Володиной за помощь в редактировании перевода.

Автором были проанализированы основные мероприятия, направленные на производство геотермальной электроэнергии, с момента проведения Всемирного геотермального конгресса (WGC) 2015 года. Новые данные были взяты из отчётов по странам (Country Update) для WGC 2020, частных сообщений от членов Международной геотермальной ассоциации (IGA) и аффилированных организаций. Прочие обновлённые данные были собраны с веб-сайтов частных и государственных компаний и организаций, участвующих в развитии геотермальной энергетики, а также из личных сообщений специалистов. В данные по установленной мощности включены мощности строящихся электростанций, сроки ввода которых в эксплуатацию были намечены на 2020 год. За пятилетний период с 2015 по 2020 годы было достигнуто увеличение мощности примерно на 3,649 ГВт (около 27%). Эта цифра лишь незначительно отличается от практически линейной тенденции роста, зафиксированной с 2010 года. Пять стран стали производить геотермальную энергию впервые: Бельгия (0,8 МВт), Чили (48 МВт), Хорватия (16,5 МВт), Гондурас (35 МВт) и Венгрия (3 МВт).

В этом докладе для WGC 2020 обобщены основные достижения всех стран, которые ввели в эксплуатацию новые геотермальные электростанции в период с 2015 по 2019 годы. Во всех случаях информация, представленная ниже, была взята

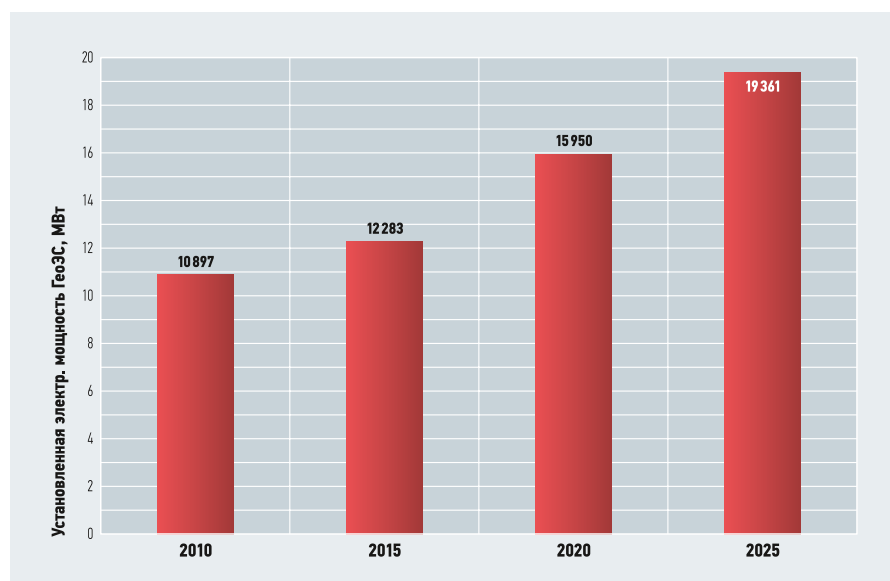
По прогнозам Мирового энергетического совета, в соответствии с оптимистичным, базовым и пессимистичным сценариями среднегодовые темпы роста мировой геотермальной энергетики в период 2015–2060 составят 5,4; 4,6 и 3,4%. Даже в оптимистическом случае темпы роста будут значительно ниже 19% для прогноза на период с 2020 по 2025 годы

из официальных документов Country Update, представленных на WGC, дополнена информацией из Интернета и/или из общения с компетентными специалистами. Кроме того, странам, которые, по мнению автора, уже готовы войти в список государств, производящих геотермальную энергию, был присвоен статус «*имеющих геотермальные электростанции, находящиеся на стадии разведки и начального этапа строительства*».

Для большей наглядности представлены две таблицы и четыре рисунка. В табл. 1 перечислены минимальные показатели для трёх важных параметров выработки геотермальной энергии за период 2015–2020 годов. В табл. 2 перечислены страны, которые в настоящее время генерируют геотермальную электроэнергию, и несколько стран, которые имеют подобный потенциал в будущем.

⚙️ Мировое производство геотермальной электроэнергии за 2015–2020 годы табл. 1

Параметр	Значение
Общее количество скважин, пробуренных для энергетических проектов, шт.	1159
Финансовые средства, потраченные на энергетические проекты, \$ млрд	10,367
Количество человеко-лет, выделенных на реализацию энергетических проектов	30 491



⚙️ Рис. 1. Общая установленная мощность ГеоЭС в мире с 2010 по 2025 годы

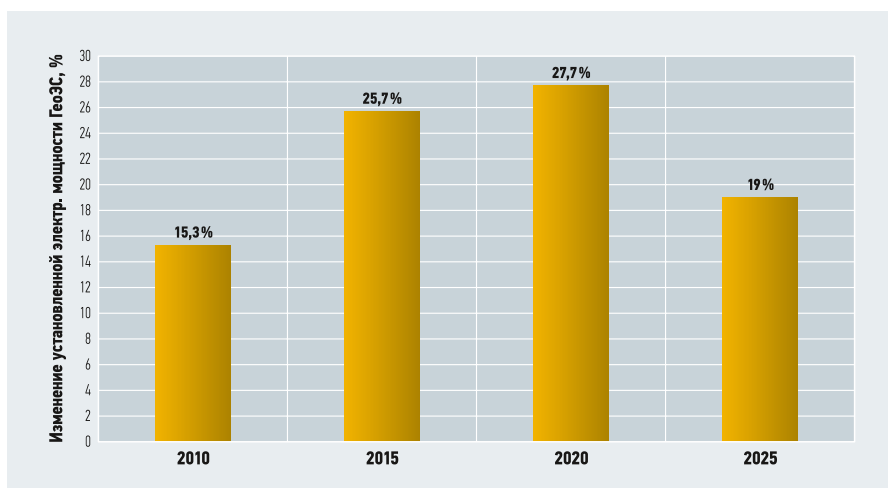


Рис. 2. Изменение установленной мощности за период 2010–2025 годов

Количественные показатели мировой геотермальной энергетики иллюстрируются рис. 1 и 2. На рис. 1 показана динамика общей установленной мощности в мире с 2010 года, а на рис. 2 — процентное изменение за каждый пятилетний период. Заметно небольшое снижение прогнозируемого прироста мощности к 2025 году. По-видимому, это связано с ценовой конкуренцией со стороны солнечной энергии, ветра и природного газа, а также нерешительностью правительств многих стран в отношении стимулирования новых геотермальных разработок.

Производство геотермальной электроэнергии в странах мира (2015–2020)

табл. 2а

№	Страна	Мощности ГеоЭС (на 2015 год), МВт	Энергия (на 2015 год), ГВт·ч/год	Мощности ГеоЭС (на 2020 год), МВт	Энергия (на 2020 год), ГВт·ч/год	Прогноз (на 2025 год), МВт	Прирост (с 2015 года), МВт
1	Австралия	1,1	0,5	0,62	1,7	0,31	-0,48
2	Австрия	1,4	3,8	1,25	2,2	2,2	-0,15
3	Аргентина	0	0	0	0	30	0
4	Бельгия	0	0	0,8	2	0,2	0,8
5	Венгрия	0	0	3	5,3	3	3
6	Гватемала	52	237	52	237	95	0
7	Германия	27	35	43	165	43	16
8	Гондурас	0	0	35	297	35	35
9	Индонезия	1340	9600	2289	15315	4362	949
10	Исландия	665	5245	755	6010	755	90
11	Италия	916	5660	916	6100	936	0
12	Кения	594	2848	1193	9930	600	599
13	Китай	27	150	34,89	174,6	386	7,89
14	Коста-Рика	207	1511	262	1559	262	55
15	Мексика	1017	6071	1005,8	5375	1061	-11,2
16	Никарагуа	159	492	159	492	159	0
17	Новая Зеландия	1005	7000	1064	7728	200	59
18	Папуа — Новая Гвинея	50	432	11	97	50	-39
19	Португалия	29	196	33	216	43	4
20	Россия	82	441	82	441	96	0
21	Сальвадор	204	1442	204	1442	284	0
22	США	3098	16 600	3700	18 366	4313	602
23	Тайвань	0,1	1	0,3	2,6	162	0,2
24	Турция	397	3127	1549	8168	2600	1152
25	Филиппины	1870	9646	1918	9893	2009	48
26	Франция	16	115	17	136	≈25	1
27	Хорватия	0	0	16,5	76	24	16,5
28	Чили	0	0	48	400	81	48
29	Эфиопия	7,3	10	7,3	58	31,3	0
30	Япония	519	2687	550	2409	554	31
Итого		12 283,9	73 550,3	15 950,46	95 098,40	19 177,01	3666,56

Перспективное дополнительное производство геотермальной электроэнергии в некоторых странах мира (2015–2020)

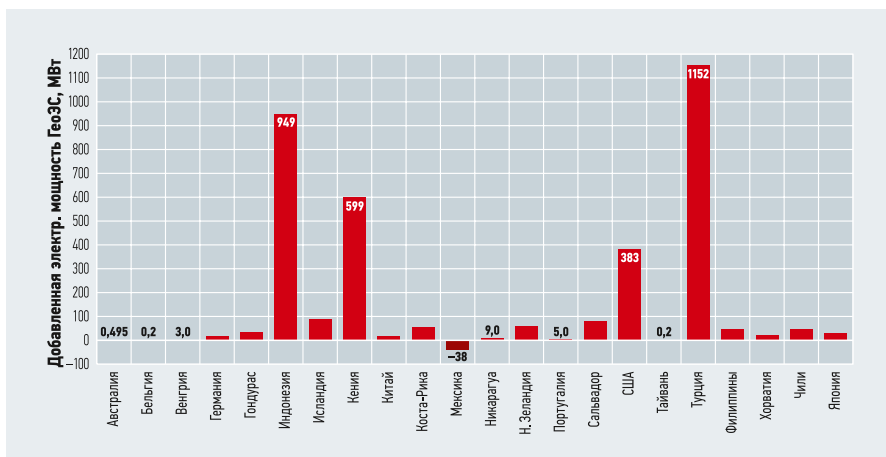
табл. 2б

№	Страна	Мощности ГеоЭС (на 2015 год), МВт	Прогноз (на 2025 год), МВт	№	Страна	Мощности ГеоЭС (на 2015 год), МВт	Прогноз (на 2025 год), МВт
1	Греция	0	30	6	остров Невис	0	9
2	остров Доминикана	0	7	7	остров Сент-Винсент	0	10
3	Иран	0	5	8	остров Сент-Люсия	0	30
4	Канада	0	10	9	Эквадор	0	50
5	остров Монтсеррат	0	3	Итого суммарно по всем странам		12 283,9	19 331,01

По прогнозам Мирового энергетического совета (WEC), в соответствии с тремя сценариями (оптимистичным, базовым и пессимистичным) среднегодовые темпы роста мировой геотермальной энергетики в период с 2015 по 2060 годы составят примерно 5,4; 4,6 и 3,4%, соответственно. Даже в оптимистическом случае темпы роста будут значительно ниже 19%, показанных на рис. 2, для прогноза на 2020–2025 годы. Последний показатель может показаться чрезмерно оптимистичным, но он основан на планах и оценках, представленных авторами обновлённых документов по странам.

На рис. 3 показаны величины установленной электрической мощности [МВт] за последние пять лет в странах, которые уже ввели в эксплуатацию одну или несколько геотермальных электростанций до 2015 года. На рис. 4 отмечены почти все действующие в 2020 году ГеоЭС, указанные на карте, ранее представленной на сайте ThinkGeoEnergy. Отсутствуют только несколько недавно введённых в эксплуатацию станций.

Хочется надеяться, что этот документ точно описывает текущее состояние геотермальной отрасли в тех странах, которые производят электроэнергию посредством ГеоЭС. Количество установленных мегаватт — это валовая цифра, а гигаватт-часы в год (ГВт·ч/год) — это произведение



•• Рис. 3. Геотермальные мощности, добавленные с 2015 года всеми странами

•• Наибольшая выработка геотермальной электроэнергии (на 2020 год)

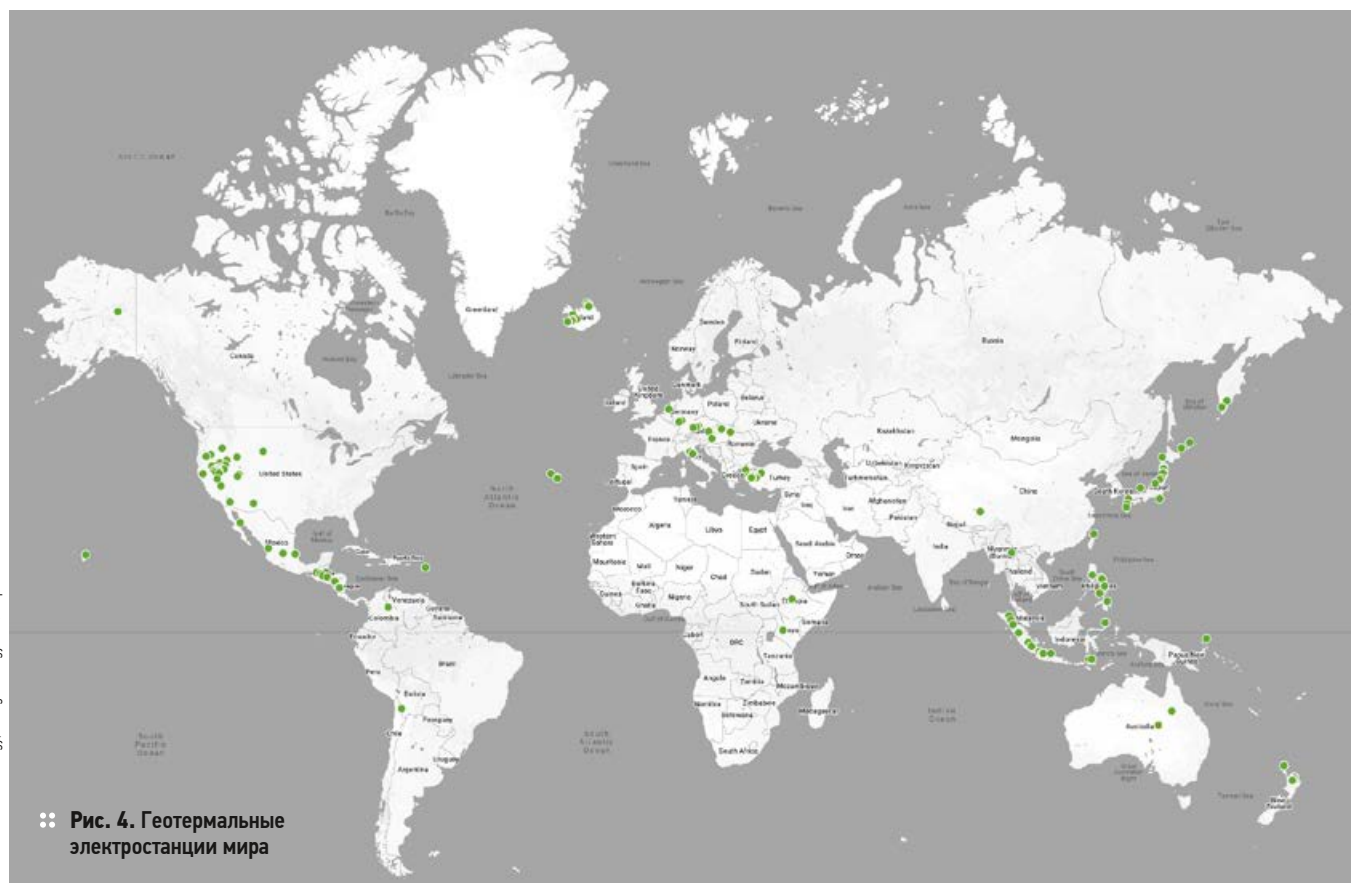
табл. 3

Страна	Установленные мощности ГеоЭС, МВт	Страна	Установленные мощности ГеоЭС, МВт
США	3700	Мексика	1105
Индонезия	2289	Новая Зеландия	1064
Филиппины	1918	Италия	916
Турция	1549	Исландия	755
Кения	1193	Япония	550

чистой мощности на количество часов, в течение которых она была доступна для национальных электросетей.

Отметим, что в табл. 2 некоторые показатели [ГВт·ч/год] являются оценочными, поскольку фактическое число не было указано авторами в тексте или таблицах соответствующих документов. Оценочные цифры 2020 года были рассчитаны

путём отнесения количества мегаватт в 2020 году к ранее задокументированному количеству мегаватт в 2015 году, а затем применения этого отношения к количеству ГВт·ч/год в 2015 году, в последний раз зафиксированному в [1]. В табл. 3 перечислены десять стран, производящих наибольшее количество геотермальной электроэнергии по состоянию на 2020 год.



•• Рис. 4. Геотермальные электростанции мира

Источник: ThinkGeoEnergy, thinkgeoenergy.com/map



Извержение вулкана Копауэ (Соранье) в декабре 2012 года. Вулкан имеет девять вулканических кратеров и может являться значительным источником геотермальной энергии

Производство геотермальной электроэнергии в мире по странам Аргентина

С 2015 года геотермальная энергия в Аргентине не производилась, несмотря на прогнозируемые 30 МВт извлекаемой мощности. Перспективная ГеоЭС, планируемая к постройке в районе активного вулкана Копауэ (Соранье), находится на стадии технико-экономического обоснования, и проведены испытания с использованием трёх скважин и кратковременной работой бинарной электростанции мощностью 0,67 МВт (проект остановлен ещё в 1996 году). Считается, что в геотермальных ресурсах Копауэ преобладают термальные воды с температурой 280 °С на глубине около 1,5 км и потенциалом выработки 30 МВт в течение 30 лет.

Другие перспективные участки для производства электроэнергии: Домуйо (Domuyo), Тузгле (Tuzgle), Токомар (Tocomar) и Лос-Деспобладос (Los Despobladados). Также есть несколько мест, которые, как считается, обладают значительным потенциалом: вулкан Сокомба (Socomba),

район Тукуман-Сантьяго-дель-Эстеро (Tucuman-Santiago del Estero), кальдера Дель-Серро-Бланка (del Cerro Blanca), вулкан Петероа (Peteroa) и вулканическое поле Лагуна-дель-Мауле (Laguna del Maule). Максимальный потенциал геотермальной энергии составляет примерно 1 ГВт [2].

Австралия

Все проекты по производству геотермальной энергии, которые существовали в этой стране до 2015 года, были свёрнуты, в том числе программы внедрения «усовершенствованных геотермальных систем» (EGS), предполагающих использование геотермальной энергии, содержащейся в сухих и малопроницаемых горных породах, которые в Австралии, например, залегают в пермско-триасовом геологическом бассейне Купер (Cooper).

Самая старая в стране геотермальная установка мощностью 120 кВт (электроэнергии) в Бердсвилле (Birdsville) была выведена из эксплуатации в 2018 году в пользу солнечных фотоэлектрических систем с аккумуляторными батареями.

В октябре 2019 года было объявлено о вводе в эксплуатацию нового электрогенератора мощностью 310 кВт в Винтоне (Winton), а также провели тендеры на строительство ещё одного небольшого предприятия в Таргоминде (Thargomindah). Оба этих объекта существуют в автономном режиме на юго-западе штата Квинсленд (Queensland) и экономически жизнеспособны только потому, что они используют бинарные установки, работающие на воде с температурой 80–90 °С из имеющихся скважин. Не исключено, что интерес к производству геотермальной энергии может возродиться, если политика федерального правительства и штата будет сдвигаться в сторону надёжных и экономичных видов топлива с низким уровнем вредных выбросов [1, 3].

К сожалению, финансирование геотермальных исследований в Австралии сократилось, что привело к уменьшению числа специализированных программ по изучению проблем прямого использования геотермальной энергии или выработке «геотермальной» электроэнергии. Австралийская группа по геотермальной энергии (AGEG) и Австралийская ассоциация геотермальной энергии (AGEA) были сняты с регистрации, и соответствующий сектор Австралии теперь представлен Международной геотермальной ассоциацией (IGA) и Австралийской геотермальной ассоциацией (AGA), созданной в 2016 году.

Австрия

По состоянию на 2015 год в Австрии была одна геотермальная электростанция с циклом Ренкина на органическом теплоносителе (Organic Rankine Cycle, ORC) с выработкой 1,25 МВт (брутто) и 2,2 ГВт·ч в год около города (и термального курорта) Бад-Блюмау (Bad Blumau) недалеко от реки Зафен (Safen) на юго-востоке Австрии в регионе Штирия (Styria). По состоянию на 2019–2020 годы новые электростанции не вводились в строй, их строительство даже не планировалось [4].

Единственная скважина, обслуживающая электростанцию в Бад-Блюмау, имеет температуру 110/50 °С (на устье/на выходе) и дебит 28,5 кг/с. За последние пять лет была пробурена только одна глубокая геотермальная скважина «Мернбах» (Mehrnbach) ТН 3.1/1а глубиной 2865 м в гранитном скальном основании. Скважина оказалась сухой и была заброшена. К сожалению, энергетическая политика австрийского правительства в настоящее время не предусматривает расширение производства геотермальной энергии в обозримом будущем.

Что такое «усовершенствованная геотермальная система»?

«Усовершенствованная геотермальная система» (Enhanced Geothermal System, EGS) — геотермальная система нового поколения, которая вырабатывает тепло и/или электроэнергию, используя трудноизвлекаемые геотермальные ресурсы, заключённые в сухих и непроницаемых горных породах (на глубинах до 6 км), без потребности в наиболее распространённых (поддающихся естественному конвективному тепло- и массопереносу) гидротермальных ресурсах (термальные воды и/или перегретый пар). Обычные геотермальные системы могут извлекать энергию только из пород, в которых *тепловой энергии, воды и проницаемости* (способности пористого материала пропускать жидкости) достаточно для извлечения теплового ресурса при помощи естественной циркуляции жидкой и/или газообразной компоненты. Однако большая часть геотермальной энергии, скрытой в недрах нашей планеты, находится в сухой и непроницаемой породе. Для её извлечения применяют технологии EGS, сводящиеся в основном к бурению двух глубоких скважин (нагнетательной и добывающей) и ударному воздействию на объём пород, лежащий между этими скважинами, с помощью методов гидроразрыва или взрывчатки, с целью повышения проницаемости и созданию таким образом искусственного «геотермального коллектора», из которого уже можно извлечь энергию более простыми, привычными и отработанными способами (например, закачкой воды в нагнетательную скважину).

Бельгия

В 2016 году в районе Мол-Донк (Mol-Donk) на севере Бельгии были пробурены две скважины глубиной 3,6 км. Коллектор геотермальных вод в данном случае представлял собой трещиноватую каменноугольную формацию. Температура горячей воды в скважинах составляла 138–142 °С, что делало её пригодным для централизованного теплоснабжения и для питания бинарной электростанции мощностью 0,8 МВт. Не исключено, что в дальнейшем могут быть введены ещё 0,6 МВт, что даст возможность поставлять в сеть до 2 ГВт·ч/год электроэнергии. Также в Бельгии предпринимаются усилия по применению технологий Enhanced Geothermal System, что в случае успеха обеспечит прибавление установленной геотермальной мощности [5].



•• Геотермальная электростанция «Серро-Пабеллен» в пустыне Атакама на сверхвысоком плато

В период с 2015 по 2019 годы правительство Бельгии, местные университеты и коммунальные предприятия потратили 123 человеко-лет на работы в геотермальном секторе. Ещё 1080 человеко-лет были освоены представителями частного сектора. Расходы на исследования составили примерно \$8,5 млн, на разработку месторождения и бурение — около \$30 млн, на использование электроэнергии — порядка \$2 млн. Частный сектор взял на себя 80% этих затрат, в то время как государственные средства составили 20%.

Бельгия по-прежнему сосредоточена на достижении своих амбициозных целей в области централизованного теплоснабжения, но значительное внимание также уделяется и определению потенциала для разработки трудноизвлекаемых геотермальных ресурсов (с помощью технологий EGS) для производства электроэнергии в ближайшем будущем.

Чили

В 2017 году Чили начала развивать свой очень большой потенциал геотермальной энергетики [6], введя в эксплуатацию уникальную бинарную электростанцию с высокоэнтальпийным теплоносителем «Серро-Пабеллен» (Cerro Pabellón) мощностью 2 × 24 МВт, построенную на сверхвысоком (4,5 км над уровнем моря) плато в пустыне Атакама (Atacama) в муниципалитете Ольягуэ (Ollagüe), регион Антофагаста (Antofagasta).

Геотермальная электростанция «Серро-Пабеллен» стоимостью \$320 млн принадлежит Geotérmica del Norte S.A., совместному предприятию Enel Green Power и государственной компании La Empresa Nacional de Petróleo S.A. (ENAP). В 2021 году планируется ввести в эксплуатацию третий энергоблок мощностью 33 МВт, что

даст общую мощность 81 МВт, и «Серро-Пабеллен» будет производить 600 ГВт·ч в год для национальной энергосети SEN (это, помимо всего прочего, поможет избежать выброса в атмосферу 470 тыс. тонн углекислого газа).

Помимо «Серро-Пабеллен», существуют две перспективные площадки, которые могут быть разработаны:

1. «Марипоса» (Mariposa) в центральной части Чили, которая изучается филиппинской компанией Energy Development Corp. (EDC). Результаты геологоразведочных работ, зафиксированные на данный момент, предполагают потенциал производства 160 МВт.
2. «Пеумайен» [Peumayén, ранее Толуака (Tolhuaca)], расположенная на юге Чили. В настоящее время она сдана в аренду компании Transmark Chile S.p.A. из Нидерландов и имеет потенциальную начальную мощность 70 МВт. Этот объект

расположен высоко на вулкане, и для его подключения к энергосети потребуются протяжённые линии электропередачи.

В 2018 году Министерство энергетики Чили представило отчёт «Круглого стола по геотермии» (Mesa de Geotermia). Он был написан совместно с разработчиками из частного сектора и академическими кругами при поддержке Всемирного банка (The World Bank). Основные выводы отчёта заключаются в том, что к 2030 году планируется подключить около 599 МВт и ещё приблизительно 1487 МВт может быть добавлено до 2050 года.

Несмотря на активную политику чилийского правительства в отношении развития геотермальной энергетики, огромный потенциал страны вряд ли будет востребован до тех пор, пока не будут устранены имеющиеся экономические барьеры (в первую очередь очень низкие цены на электроэнергию).

Китай

В Китае за последние пять лет наблюдалось быстрое развитие геотермальной энергетики, большая часть которой приходилась на сектор прямого использования. Что касается производства геотермальной электроэнергии, то был запущен проект на геотермальных полях Янги (Yangyi) мощностью 16 МВт в Тибете, испытательный блок 400 кВт был построен в уезде Кангдин (Kangding) в провинции Сычуань (Sichuan), а в районе Дехун (Dehong) в провинции Юньнань (Yunnan) заработала электростанция 2 МВт. Соответственно, установленная мощность на 2019 год составляла 34,89 МВт, включая электростанции на 25,2 МВт в Янбаджинге (Yangbajing) в Тибете.

Китай также планировал вырабатывать 386,68 МВт к 2020 году плюс любая дополнительная энергия, которая могла быть произведена при использовании технологии EGS в случае её успешного применения.

К новым перспективным месторождениям относятся Ганзи (Ganzi, 200 МВт), Дехун (Dehong, 100 МВт), Бойе (Boye, 15 МВт) в провинции Хэбэй (Hebei) и Гаоянг (Gaoyang, 15 МВт). Также начато бурение для применения технологий EGS в бассейне Гунхэ (Gonghe) провинции Ганьсу (Gansu).

Правительство Китая с энтузиазмом продвигает проекты непосредственного использования геотермальной энергии и внедряет крупномасштабные установки геотермальных тепловых насосов. В результате страна становится одной из самых активных в мире в геотермическом отношении.

Коста-Рика

Геотермальная электроэнергия вырабатывается в Коста-Рике с 1994 года, когда около вулкана Миравалес [Miravalles, ныне Альфредо-Майнери-Протти (Alfredo Mainieri Protti)] был построен первый из пяти блоков ГеоЭС. Последний блок был завершён в 2003 году, общая установленная мощность геотермальной электростанции составила 161 МВт. В 2011 году в горном районе Лас-Пайлас (Las Pailas) было закончено строительство первого из трёх запланированных блоков ГеоЭС. Это были гибридный и бинарный блоки, а также блок мгновенного испарения, суммарной установленной мощностью 42,5 МВт. Вторая электростанция в Лас-Пайласе мощностью 55 МВт была введена в эксплуатацию в июле 2019 года. В настоящее время общая установленная мощность составляет 207 МВт, при этом в электрическую сеть передано 969 ГВт·ч/год энергии. В стадии строительства находится предприятие на 55 МВт и ещё на 110 МВт — профинансировано, но не начато. К 2025 году Коста-Рика планирует вырабатывать 262 МВт установленной мощности и передавать в сеть 1559 ГВт·ч/год электроэнергии [8].

Геотермальное поле Миравалес, по-видимому, достигло предела своего энергетического потенциала — температура и давление в его основном водоносном горизонте снижаются. Усилия по преодолению этого обстоятельства включают бурение на большую глубину до пересечения с предполагаемым более горячим пластом и, кроме того, разведку к юго-востоку от основного месторождения для поиска дополнительной части ресурса. Предполагается также модернизация систем добычи неконденсируемого газа, чтобы повысить мощность существующих установок, и повышение эффективности всей системы обратной закачки.

Горный массив Лас-Пайлас также близок к завершению использования его геотермальных ресурсов, поскольку этот район примыкает к чилийскому Национальному парку Ринкон-де-ла-Вьеха (Rincon de la Vieja), который в настоящее время закрыт для геотермальных исследований и/или бурения. Снятие таких ограничений было и остаётся спорной темой, обсуждаемой в чилийском конгрессе экологами и группами сторонников и противников возобновляемой энергетики.

На новом геотермальном поле Боринкен (Borinquen) было пробурено 20 скважин и получены отличные результаты. Строительство первой из двух станций мощностью 55 МВт намечено на 2026 год, когда она заменит существующие старе-



❖ Геотермальная и солнечная электростанции «Миравалес-1» (Miravalles I) в Коста-Рике

ющие тепловые станции. В Коста-Рике есть ещё несколько перспективных геотермальных участков, в их числе Поко Сол (Poco Sol), Тенорио (Tenorio), Каньо-Негро (Caño Negro), Либерия-Сан-Хорхе (Liberia San Jorge), Тиларан (Tilarán), Пуэрто-Вьехо (Puerto Viejo), Сан-Хосе (San José) и Ла-Тигра (La Tigra). Исследование этих участков находится на разных этапах, но, как сообщается, часть или все эти месторождения могут быть задействованы к 2060 году.



❖ Хорватская ГеоЭС «Велика-1» (Velika 1)

Хорватия

Ближе к концу 2018 года начала работу первая хорватская геотермальная электростанция «Велика-1» (Velika 1) на месторождении Велика Циглена (Velika Ciglena), расположенном в Бьеловаре (Bjelovar) на северо-востоке страны. Это важное достижение для национального геотермального сектора экономики, так как участок исследовался с 1980-х годов.

На объекте «Велика-1» имеются два дублета для добычи и закачки и турбина мощностью 16,5 МВт, которая вырабатывает около 10 МВт (нетто) и 76 ГВт·ч в год

электроэнергии в сеть. Электрическая энергия вырабатывается с помощью системы Turboden, основанной на цикле Ренкина и работающей на термальных водах с температурой 170 °С.

В сентябре 2019 года было объявлено о строительстве бинарной электростанции мощностью 19,9 МВт в Леграде (Legrad) недалеко от города Копривница (Koprivnica) в северной части Хорватии. Ожидается, что станция будет обеспечивать приблизительно 165 ГВт·ч/год электроэнергии.

Другой текущий проект — это сценарий гибридного объекта геотермальной энергетики в Которибе (Kotoriba) на северо-западе Хорватии, где была зафиксирована температура термальной воды 192 °С. Проект будет включать в себя электростанцию ORC, а также использование метана, растворённого в геотермальной воде, для четырёх когенерационных установок. Они будут использовать тепло выхлопных газов, отделять CO₂ и закачивать его вместе со сбросом геотермальной воды обратно в коллектор. Этот проект имеет национальную поддержку, но сроки его строительства не объявлены.

Наконец, согласно сообщениям, в настоящее время ведётся строительство предприятий ещё на 4 МВт геотермальной энергии на разведочном участке Кутняк-Луньковец (Kutnjak-Lunjkovec) на северо-западе страны и около города Слагина (Slatina) в северо-центральном регионе, так что к 2020 году Хорватия может вырабатывать около 20 МВт и поставлять около 100 ГВт·ч в год в национальную электрическую систему [9]. В период 2015–2019 годов в проекты геотермальной энергетики инвестировано около \$7 млн, причём все эти средства были вложены частным сектором.

Сальвадор

В связи с отсутствием обновлённого документа из Сальвадора за 2015–2020 годы последующий текст, взятый из [1], был немного изменён и дополнен.

В Сальвадоре геотермальные ресурсы являлись одним из значительных источников электроэнергии с середины 1970-х годов, и по состоянию на 2015 год общая установленная мощность за счёт геотермии составляла 204 МВт, среди них месторождения Ахуачапан (Ahuachapan 95 МВт) и Берлин (Berlín, 109 МВт). Это обеспечило около 24 % спроса на электроэнергию и 13 % установленной мощности страны. Энергия, направленная в энергосеть, составила 1442 ГВт·ч/год.

Планы развития национальной энергетической компании LaGeo на 2015–2020 годы включают в себя пятый блок мощностью 28 МВт плюс второй нижний цикл 8 МВт в Берлинском геотермальном месторождении, являющемся частью вулканического комплекса Берлин-Тесапа (Berlín-Tesapa), и 5 МВт для повторного включения второго энергоблока на месторождении Ахуачапан.

LaGeo продолжает разрабатывать геотермальные проекты в районах Чинамека (Chinameca) и Сан-Висенте (San Vicente), где разведочное бурение подтвердило наличие ресурсов с высокой энтальпией. На этих двух площадках предполагается построить электростанции мощностью 50 и 30 МВт, соответственно.

Эфиопия

Эфиопия расположена в геотермально активной зоне Восточно-Африканского разлома и, следовательно, имеет множество участков, перспективных для выработки электроэнергии [10]. Заявлено 24 таких месторождения, что является существенным потенциалом для окончательной выработки 10 ГВт. Текущая установленная мощность составляет 7,3 МВт на месторождении Алуто-Лангано (Aluto Langano). Оно расположено в южной части разлома, и по состоянию на 2015 год велась разведка его восточного расширения с надеждой на получение дополнительно 30 МВт. Возможно, к 2025 году могут быть введены в эксплуатацию установки ещё на 24 МВт (однако конкретный объект не упоминается).

В 2016 году вступили в силу новый закон о геотермальной энергии и связанные с ним нормативные акты. После этого события были обнародованы амбициозные планы по выработке 5 ГВт электроэнергии к 2037 году. Правительство, Национальное коммунальное предприятие (EEP) и частный сектор Эфиопии ак-



••• ГеоЭС на вулкане Кончагуа (Conchagua) в Сальвадоре может послужить для майнинга

тивно изучают перспективные районы, чтобы в ближайшие пять лет могли войти в строй предприятия мощностью, по крайней мере, в сотни мегаватт.

Наиболее перспективными полями являются Тендахо (Tendaho) и связанный с ним район Алалобад (Alalobad), а также Шалла (Shalla), Абиата (Abiata), Бутаджира (Butajira), Метека (Meteka), Корбетти (Corbetti) и Тулу-Мойе (Tulu Moye). В ходе разведки на некоторых из них была зафиксирована температура выше 200 °С. Значения проницаемости не приводятся.

В октябре 2019 года был подписан контракт на начало бурения на Тулу-Мойе. Планируется построить две станции по 50 и 100 МВт, соответственно. О дате завершения первой фазы не сообщается, но, скорее всего, это определено произойдёт до 2025 года.

Франция

Во Франции выработка геотермальной электроэнергии за последние пять лет не увеличилась. Единственная французская ГеоЭС находится в Ла Буйанте (La Bouillante), расположенном на острове Гваделупа (Guadeloupe) в восточной части Карибского бассейна. Станция, вырабатывающая 15 МВт мощности (брутто) и 10 МВт (нетто), была построена в два этапа, которые были завершены в 1996 и 2011 годах. В 2016 году объект был продан французской геологической службой BRGM компании Ormat. Получены разрешения на бурение двух новых скважин, и ожидается, что к 2022 году выработка возрастет до примерно 25 МВт.

На материковой части Франции, недалеко от Страсбурга, пробурены два дублета на глубину 3,5 и 5,0 км. Планируется совместная выработка 10 и 20 МВт энергии для теплоснабжения. Наконец, на фран-

цузских островах Мартиника (Martinique) и Реюньон (La Réunion) проводятся научные исследования земной поверхности в надежде на постройку предприятий для получения электроэнергии [11].

В 2015 году была основана организация GEODEEP. В её состав входят крупные компании, обладающие опытом в области исследований и разработки проектов, оборудования для электростанций,



••• На материковой части Франции, в коммуне Сульс-су-Форэ (Soultz-sous-Forêts), департамент Нижний Рейн, находится в эксплуатации геотермальная электрическая установка мощностью около 1,5 МВт, построенная в середине 1980-х годов как экспериментальная. Сейчас она вырабатывает порядка 7800 МВт·ч в год

их эксплуатации и технического обслуживания, инжиниринга, а также энергосервисная компания ESCO и Французская ассоциация профессионалов в области геотермальной энергии (GFAP). Фонд GEODEEP SAS начал свою работу ещё в 2019 году. Его основной целью будет снижение рисков, связанных с геотермальной разведкой на материковой части Франции, с точки зрения инвесторов, девелоперов и страховщиков.



Фото: Turboden S.p.A., turboden.com

•• Баварская ГеоЭС «Хольцкирхен» (Holzkirchen) мощностью 3,6 МВт использует цикл ORC

Германия

Геотермальная энергетика в Германии представлена [12] десятью станциями, использующими циклы Александра Каллины или ORC, что позволяет эксплуатировать их только при 100 °С. Установленная мощность в настоящее время составляет 43,05 МВт при общей выходной мощности 165,6 ГВт·ч/год.

С момента последнего обновлённого отчёта в 2015 году в Германии были введены в эксплуатацию четыре новые геотермальные электростанции: 4,3 МВт в Грюнвальде/Лауфзорне (Grünwald/Laufzorn), запущена в октябре 2014 года; 5,5 МВт в Траунройте (Traunreut), открыта в 2016 году; 4,3 МВт в Тауфкирхене (Taufkirchen), запущена в 2018 году; 3,6 МВт в Хольцкирхене (Holzkirchen), открыта в 2019 году. Примечательно, что все перечисленные ГеоЭС расположены в южно-германском молассовом геологическом бассейне. Геотермальная электростанция в общине Унтерхахинг (Unterhaching) мощностью 3,36 МВт была остановлена в конце 2017 года. Таким образом, в Германии зафиксирован лишь небольшой рост установленной геотермальной мощности. В октябре 2019 года было объявлено, что бинарная установка мощностью 4,3 МВт будет построена в Гархинге (Garching) к северо-востоку от Мюнхена — ввод в эксплуатацию намечался на осень 2020 года.

Германия весьма активно расширяет свои промышленные проекты централизованного теплоснабжения и тепловых насосов. Федеральное правительство оказывает им большую поддержку и ввело ряд стимулов, включая льготные тарифы и налоговые льготы для инвесторов. Энергия может генерироваться совместно, когда запланированные скважины

пробурены в нескольких известных «глубоких» коллекторах, чтобы выявить ресурсы, пригодные для использования в бинарном цикле.

Следует отметить, что перспективные технологии Enhanced Geothermal System со временем станут коммерчески жизнеспособными, и тогда Германия сможет использовать геологические формации пермского периода для их тестирования.

Гватемала

Хотя предполагаемый геотермический потенциал Гватемалы может составлять 1 ГВт, на сегодняшний день существуют только две электростанции с установленной мощностью 28 МВт (брутто) в Зуниле (Zunil) и 24 МВт (брутто) в Ортитлане (Ortitlan), причём компания Ormat управляет ими обеими. В совокупности в 2018 году они внесли вклад в электрическую сеть 39,28 МВт и 237 ГВт·ч/год (нетто), что составляет примерно 1,14% энергетической матрицы страны [13].

В настоящее время горнодобывающие компании разрабатывают три проекта: «Серро Бланко» (Cerro Blanco, 50 МВт) в департаменте Хутиапа (Jutiapa), «Эль-Сейбилло» (El Ceibillo, 25 МВт) в департаменте Гватемала и «Эль-Порвенир» (El Porvenir, 20 МВт) в департаменте Закапа (Zacapa). В конце 2018 года проект «Эль-Сейбилло» был куплен компанией Ormat, однако дальнейших сведений о нём пока не поступало.

С 2015 года в Гватемале не было новых проектов. Политический и социальный кризисы в стране отпугнули новых частных инвесторов, несмотря на принятие нескольких законов, призванных стимулировать участие частного сектора в развитии геотермальной энергетике.

Оригинал данного материала (на англ. языке):

[Gerald W. Huttner. Geothermal Power Generation in the World 2015–2020 Update Report. Proc. of the World Geothermal Congress 2020+1. Reykjavik, Iceland. April — October 2021.](#)

Информация об авторе:

Джеральд В. Хаттнер окончил Дартмутский колледж (Dartmouth College) и Вашингтонский университет (University of Washington), получив степень магистра в области геологии в 1963 году. Работал над американскими и международными проектами в сфере инженерной геологии и разведки полезных ископаемых, с 1971 года сосредоточился на исследованиях в области геотермии и разработке геотермальных ресурсов. В 1987 году им была основана компания Geothermal Management Co., Inc. (г. Фриско, штат Колорадо, США), предоставляющая технологические консультации в области геотермальной энергетике, тепловых насосов и геологоразведки. Он является президентом консорциума US Geothermal Industries Corp., многопрофильным директором американского Совета по геотермальным ресурсам (Geothermal Resources Council), членом правления Ассоциации геотермальной энергии США (Geothermal Energy Association), имеет федеральные лицензии геолога и инженера-геолога (специалиста по геотермальной энергии) в штате Калифорния, сертифицирован для обучения монтажников контуров геотермальных тепловых насосов.

Дж. В. Хаттнер является уникальным специалистом в своей области — более 45 лет он консультирует геотермальные проекты в государственном и частном секторах, связанные с разведкой геотермального потенциала, бурением при высоких, средних и низких температурах, выработкой электроэнергии, централизованным теплоснабжением и отоплением зданий, техническим анализом теплообменных агрегатов. Г-н Хаттнер работал на всём западном побережье США и в 27 зарубежных странах, выступал докладчиком на Мировых геотермальных конгрессах (World Geothermal Congress) в 1995, 1999 и 2000 годах.

Особая сфера деятельности г-на Хаттнера — исследование потенциала малых геотермальных энергетических проектов и/или проектов прямого использования геотермальной энергии в развивающихся странах.

Гондурас

В сентябре 2017 года в районе Платанарес (Platanares) была введена в эксплуатацию Geotérmica Platanares — первая геотермальная электростанция в Гондурасе. Установленная мощность составляет 35 МВт, генерируется приблизительно 25 МВт (нетто). Компания Ormat управляет проектом в соответствии с условиями контракта на строительство, эксплуатацию и передачу энергии (Build-Operate-Transfer, BOT) с Национальной электрической компанией (NEC).

В 2017 году месторождение предоставило электросетям от 15 до 25 ГВт·ч ежемесячно, а в 2018-м и в 2019-м — от 18 до 27 ГВт·ч ежемесячно. ГеоЭС Platanares в настоящее время поставляет около 297 ГВт·ч электроэнергии. В 1980-х годах было выявлено несколько других перспективных высокотемпературных геотермальных полей: Платанарес (225 °С), Сан-Игнасио (San Ignacio, 190 °С), Азакуальпа (Azacualpa, 185 °С), Павана (Pavana, 170 °С) и Самбо-Крик (Sambo Creek, 155 °С). Недавние исследования под эгидой NEC выявили многообещающие геотермальные участки в Эль-Оливаре (El Olivar, 170 °С), Намасиге (Namasigue, 185 °С) и Ла-Барке (La Barca, 85 °С) [14].



•• Первая геотермальная электростанция «Тура» (Tura) в Венгрии установленной мощностью 3 МВт

Правительство Гондураса приняло несколько законов, правил и положений, призванных сделать дальнейшее развитие геотермальной энергетики экономически жизнеспособным. Прогресс медленный, но есть надежда, что в следующем десятилетии он ускорится.

Венгрия

Первая геотермальная электростанция в Венгрии была введена в эксплуатацию в 2018 году около города Тура (Tura) в центральной части страны. Установлен-

ная мощность составляет 3 МВт, но в настоящее время вырабатывается 2,3 МВт, а с учётом паразитных потерь в электросеть передаётся только 1,3 МВт. Термальная вода разогрета до 125 °С, добыча ведётся с глубины 1,5 км. Две нагнетательные скважины получают приток около 6000 л/мин.

На юго-востоке Венгрии залегают скальные породы палеозойского и мезозойского периодов с отличным геотермальным потенциалом. Этот регион можно развивать с помощью строительства традиционных бинарных и даже одноконтурных электростанций. На больших глубинах в этом регионе вполне может иметься потенциал для применения EGS, поскольку в нефтяных скважинах были зарегистрированы температуры значительно выше 200 °С [15].

Дальнейшее развитие геотермальной энергетики в Венгрии зависит от принятия соответствующей национальной энергетической политики, которая будет поддерживаться правовыми и финансовыми условиями, что привлечёт капитальные вложения из частного сектора, не склонного к риску. Эти препятствия постепенно устраняются, и можно предположить, что до 2025 года в Венгрии реализуют несколько энергопроектов. ●

Продолжение следует.



•• ГеоЭС Geotérmica Platanares — первая геотермальная электростанция в Гондурасе

- Bertani R. Geothermal power generation in the World 2010–2014 Update Report. Proc. of the World Geothermal Congress 2015. Melbourne, Australia. 2015.
- Chioldi Ag.L., Filipovich R., Payne D., Pujol M., Ricard L. Geothermal Country Update of Argentina (2015–2020). Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.
- Beardsmore G., Davidson C. et al. Australia Country Update. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.
- Goldbrunner J.E. Austria Country Update. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.
- Hoes H., Dupont N., Lagrou D., Petitclerc E. Status and development on geothermal energy use in Belgium. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.
- Morata D., Aravena D. et al. Chile Up-Data: the first South American geothermal power plant after one century of exploration. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.
- Tingshan T., Wei Z. et al. Geothermal Country Update of China. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.
- Sanchez-Rivera E., Vallejos-Ruiz O., Sequeira H.G. Costa Rica Country Update Report. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.
- Kolbah S., Škrlec M. Croatia Country Update 2020 — Finally the start of power production. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.
- Kebede S., Woldemariam F., Kassa T. Status of exploration and development in Ethiopia. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.
- Boissavy C., Schmidle-Bloch V., Pomart A., Lahlou R. Country Update France. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.
- Weber J., Born H., Pester S., Moeck I. Geothermal energy use in Germany, Country Update 2015–2019. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.
- Grajeda E.C., Escobar P.F. Guatemala Country Update. Personal e-mail communications with WGC committee 2019.
- Henriquez W. Current status of geothermal development in Honduras. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.
- Toth Aniko N. Country Update for Hungary. Proc. of the World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland.

Разработка методики определения класса энергоэффективности и мероприятий по повышению энергоэффективности зданий

Рецензия эксперта на статью получена 25.11.2021 [The expert review of the article received on November 25, 2021].

Введение

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности, рациональное использование энергетических ресурсов в зданиях и сооружениях является одним из приоритетных направлений снижения энергоёмкости производства и важнейшим показателем, оказывающим влияние на экономическую эффективность работы предприятий.

Сбережение энергии обеспечит не только экономию затрат на энергоресурсы, но и даст возможность сжигать меньше топлива (угля, нефти, газа) для энергоснабжения, позволит уменьшить выделение при сжигании топлива вредных загрязняющих веществ в атмосферу и парниковых газов, снизить негативное влияние энергетических объектов на окружающую среду и климат [9].

Согласно информации из научно-технических источников и по результатам ранее выполненных работ, авторами статьи установлено, что инженерные системы зданий, служащие для поддержания требуемых условий для работы, создания комфортного микроклимата в административно-бытовых помещениях, потребляют около 40 % всего количества энергии, используемой в промышленности. На их работу тратится большое количество тепловой и электрической энергии [8].

Энергоэффективность зданий (соотношение выраженного полезного эффекта от затраченного количества энергоресурсов) — это показатель того, насколько эффективно здание в ходе эксплуатации пользуется любыми видами энергии (электрической, тепловой и т.д.) [2].



Центральный офис ПАО «Уралкалий» в городе Березники Пермского края

Основная часть

Федеральный закон от 23 ноября 2009 года №261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1] определяет ряд мер по повышению энергетической эффективности зданий, строений и сооружений.

В соответствии с СП 50.13330.2012 классы энергосбережения зданий, включая промышленные здания вспомогательного назначения (сервисного обслуживания, технопарки, склады), установлены иерархическим образом (табл.1) от самого низкого уровня (класс E) до самого высокого (класс A++), в зависимости от величины отклонения от нормативного уровня потребления энергоресурсов, соответствующего классу C (нормальный).

Оценка достигнутого уровня энергетической эффективности зданий в соответствии с положениями действующих нормативных документов производится путём сравнения фактических или расчётных параметров потребления энергоресурсов с нормативными параметрами и отнесения к соответствующему классу энергосбережения.

UDC 620.9. Научная специальность: 05.14.04.

Разработка методики определения класса энергоэффективности и мероприятий по повышению энергоэффективности зданий

Д. Г. Закиров, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Горного института Уральского отделения Российской академии наук (ГИ УрО РАН, г. Пермь), генеральный директор Ассоциации энергетиков Западного Урала (АЭЗУ, г. Пермь); А. А. Рюмкин, главный энергетик — начальник управления главного энергетика ПАО «Уралкалий» (г. Березники, Пермский край); С. В. Грибков, к.т.н., академик Российской инженерной академии (РИА, г. Москва), генеральный директор НИЦ «Виндэк» (г. Подольск, Московская область), учёный секретарь Комитета по проблемам использования возобновляемых источников энергии Российского Союза научных и инженерных обществ (Комитет ВИЭ РосСНИО); М. А. Мухамедшин, ведущий инженер лаборатории геотехнологических процессов и рудничной газодинамики ГИ УрО РАН (г. Пермь); Р. А. Файзрахманов, д.э.н., профессор, заведующий кафедрой информационных технологий и автоматизированных систем, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ, г. Пермь)

Рассматриваются проблемы повышения класса энергоэффективности зданий и сооружений за счёт внедрения разработанных технологий, существующих методов и способов по полученным результатам натурных и инструментальных обследований зданий управления складской дистрибуции, на примере ПАО «Уралкалий» в городе Березники Пермского края.

Ключевые слова: классы энергоэффективности зданий и сооружений, энергоёмкость, энергетическая эффективность, имеющийся потенциал, возможности применения, проработка технологий, расчёты и предложения, рекомендации.

UDC 620.9. Number of scientific specialty: 05.14.04.

Development of a methodology for determining the energy efficiency class and measures to improve the energy efficiency of buildings

D. G. Zakirov, Doctor of Technical Sciences, Professor, chief researcher of the Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (MI of the UB of the RAS, Perm city), general director of the Association of Power Engineers of the Western Urals; A. A. Ryumkin, chief power engineer — Head of the Chief Power Engineer Department of "Uralkali", PJSC (Bereznyki city, Perm Region); S. V. Gribkov, PhD, Academician of the Russian Engineering Academy, general director of "WindEq Technical Center", LLC (Podolsk city, Moscow Region), scientific secretary of the Committee on the Problems of the Use of Renewable Energy Sources of the Russian Union of Scientific and Engineering Societies (RES Committee of RosSNIIO); M. A. Mukhamedshin, leading engineer, Laboratory of Geotechnological Processes and Mine Gas Dynamics, MI of the UB of the RAS (Perm city); R. A. Fayzrahmanov, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Information Technologies and Automated Systems, Perm National Research Polytechnic University (Perm Tech)

The article discusses the problems of improving the energy efficiency class of buildings and structures through the introduction of developed technologies, existing methods and methods based on the results of field and instrumental surveys of warehouse distribution management buildings, using the example of "Uralkali", PJSC, in Bereznyki city, Perm Region of Russia.

Key words: energy efficiency classes of buildings and structures, energy intensity, energy efficiency, available potential, application possibilities, technology development, calculations and suggestions, recommendations.

Классы энергосбережения зданий

табл. 1

Наименование класса	Обозначение класса	Отклонение фактического значения от нормируемого, %
Очень высокий	A++	ниже -60
	A+	от -50 до -60 включительно
	A	от -40 до -50 включительно
Высокий	B+	от -30 до -40 включительно
	B	от -15 до -30 включительно
Нормальный	C+	от -5 до -15 включительно
	C	от +5 до -5 включительно
	C-	от +15 до +5 включительно
Пониженный	D	от +15,1 до +50 включительно
Низкий	E	более +50

Для определения состояния теплозащитных свойств ограждающих конструкций, выявления конкретных источников (мест) возникновения тепловых потерь обоснована необходимость проведения детального тепловизионного обследования [3].

По результатам выполненных натурных и инструментальных (в том числе тепловизионных) обследований зданий для выявления сверхнормативных потерь энергоресурсов был определён класс их энергоэффективности, который для части зданий составил C+ (нормальный), а для другой части зданий — D (пониженный класс энергоэффективности).

В качестве основного подхода к решению поставленной задачи повышения существующего класса энергоэффективности от нормативного до A++ был использован научный анализ современных достижений в области повышения энергетической эффективности зданий, применительно к объектам исследования.

Оценка фактического уровня расхода энергоресурсов произведена путём корректировки расчётных значений удельного расхода, учитывающей снижение теплозащитных свойств ограждающих конструкций объектов управления складской дистрибуции (УСД) в процессе эксплуатации. Такая корректировка проведена на основании анализа результатов натурного и тепловизионного обследования фактического состояния объектов.

Снижение теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий определено на основании фактических данных о распределении температур на их внешних и внутренних поверхностях. Для количественной оценки снижения теплозащитных свойств использован комплексный показатель — сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций [4].

Снижение фактического удельного годового расхода энергоресурсов и, соответственно, повышение класса энергетической эффективности зданий и сооруже-

ний Управления складской дистрибуции Березниковского калийного производственного рудоуправления компании ПАО «Уралкалий» — УСД БКПРУ-3,4 — до класса A++ достигнуто за счёт последовательной реализации целого комплекса мероприятий.

Разработка перспективных энергосберегающих проектов, направленных на снижение потребления энергоресурсов промышленными зданиями вспомогательного назначения [складами, административно-бытовыми комбинатами (АБК) и т.п.] проводилась в направлениях:

1. Усовершенствование тепловой изоляции ограждающих конструкций объектов управления складской дистрибуции за счёт современных технологий применения теплоизоляционных материалов с низкой теплопроводностью.

В качестве основного подхода к решению поставленной задачи повышения существующего класса энергоэффективности от нормативного до очень высокого A++ был использован научный анализ современных достижений в области повышения энергетической эффективности зданий, применительно к объектам исследования

2. Оборудование объектов УСД приборами учёта энергетических ресурсов (тепловая энергия, электроэнергия), на базе которых создаётся автоматизированная система технического учёта и контроля (мониторинга) потребления энергоресурсов.

3. Оснащение систем отопления объектов УСД устройствами автоматического регулирования подачи теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха, то есть создание индивидуальных тепловых пунктов (ИТП).

Следует особо отметить, что повышение энергоэффективности зданий за счёт комплексного применения теплоизоляционных решений для наружных ограждающих конструкций (в первую очередь фасадов и кровель) является основным направлением энергосбережения при эксплуатации зданий и сооружений [8].

Предложенные решения позволили снизить тепловые потери, которые, по оценкам специалистов, в холодное время года достигают 35 % от общего объёма энергии, используемого для обогрева здания. При этом, если взять это количество за 100 %, то стены способствуют потерям 40 % тепла, и ещё по 20 % можно поровну разделить на дверные и оконные проёмы, кровлю и вентиляционную систему.

Качественная теплоизоляция, способная обеспечить требуемый режим хранения либо работы предприятия при минимальных расходах на отопление, является жизненной необходимостью.

Необходимый требуемый уровень теплозащиты наружных ограждающих конструкций определяется требованиями СП 50.13330.2012 и зависит как от типа здания, так и климатических условий его эксплуатации. При проектировании здания в теплотехнических расчётах следует обязательно учитывать, что опорные элементы каркаса являются своеобразными мостиками холода [2].

Для того чтобы свести к минимуму потери тепла в зданиях, необходимо принять следующие меры по повышению энергоэффективности, а именно: создание неразрывного контура теплоизоляции; выбор долговечной теплоизоляционной системы; использование специализированных входных дверей с теплоизоляционным профилем.

Для объектов управления складской дистрибуции, составляющих основную долю в общем объёме потребляемой тепловой энергии от котельно-турбинного цеха, в качестве энергоэффективной системы отопления предложена комбинированная система. Предлагаемые объекты для внедрения системы — здания центральных складов и АБК УСД БКПРУ-3,4, доля потребления теплоты которых в общем объёме более 90 %.

Комбинированная система состоит из базовой существующей системы водяного отопления и дополнительной системы воздушного отопления. Энергетическая эффективность комбинированной системы достигается за счёт организации периодического режима работы базовой системы отопления — снижения расхода тепловой энергии в нерабочее время, в выходные и праздничные дни.

Работу системы водяного отопления в периодическом режиме обеспечивают устройства тепловой автоматики, входящие в состав автоматизированных ИТП, размещаемых в тепловых пунктах (узлах) центральных складов и АБК УСД БКРУ-3,4. Дополнительная система воздушного отопления, совмещённая с приточной вентиляцией, обеспечивает в режиме полной рециркуляции форсированный нагрев воздуха в помещениях после длительного поддержания пониженной температуры в дежурном режиме.

Создание предлагаемой энергоэффективной системы отопления позволит снизить в пределах 20 % расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

Оценка энергетической и экономической эффективности существующей системы освещения, то есть годовой экономии электрической энергии в натуральном и денежном выражении, произведена путём сравнения потребляемой мощности светодиодных, люминесцентных светильников и ламп накаливания с одинаковой светоотдачей (световым потоком) и анализа полученных данных.

Оценка эффективности и технико-экономическое обоснование предлагаемых энергосберегающих технологий и мероприятий произведены путём сравнения экономической выгоды с затратами на их реализацию.

Заключение

Перечень разработанных мероприятий для реализации по результатам натурного и тепловизионного обследования ограждающих конструкций зданий и сооружений произведён отдельно по каждому объекту обследования. Реализация мероприятий позволит снизить фактический удельный годовой расход энергоресурсов до значений, соответствующих классу энергосбережения С+, а именно: 0,029–0,026 Гкал/(м³·год) — для объектов с внутренней температурой воздуха +16 °С, 0,034–0,031 Гкал/(м³·год) — для объектов с внутренней температурой воздуха +20 °С.

Внедрение предложенных технологий и мероприятий в полном объёме позволит повысить энергоэффективность зданий и сооружений УСД до уровня класса энергосбережения А++ с существующих классов С+ и D. Основной показатель эффективности предложенных технологий и мероприятий — средний срок окупаемости — находится в пределах трёх-пяти лет, что подтверждает целесообразность их реализации. ●

1. Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон РФ от 23.11.2009 №261-ФЗ.
2. Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов: Постановление Правительства РФ от 25.01.2011 №18.
3. О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений: Приказ Министерства регионального развития РФ от 28.05.2010 №262.
4. ГОСТ Р 56295–2014. Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки энергетических систем в зданиях. — М.: Стандартинформ, 2019.
5. Закиров Д.Г. Энергосбережение: учебное пособие. — Пермь: Изд-во «Книга», 2000. 308 с.
6. Разработка методических рекомендаций по применению теплонасосных технологий и методики расчёта технико-экономической эффективности её использования в сфере ЖКХ: НИР / Науч. рук. Д.Г. Закиров. — Пермь, 2003.
7. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Дата введ. 01.07.2013.
8. Исследование и проработка возможностей повышения энергоэффективности ЗИС складов, АБК, производственных баз — 3,4 УСД г. Березники ПАО «Уралкалий»: НИР / Науч. рук. Д.Г. Закиров. — Пермь, 2019.
9. Кривошеев А.В. Мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности при проведении капитального ремонта многоквартирных домов: как снизить расходы на коммунальные ресурсы. — М.: Изд-во «Авангард», 2020. 144 с.

References — see page 79.



Видит всё Думает за вас

Новый тепловизор testo 883
Разработан специально для профессионалов в области энергоаудита зданий и превентивной диагностики

- **Лучшее качество изображения:** разрешение 320x240 пикселей (640x480 пикселей с функцией SuperResolution)
- **Автоматическое управление термограммами:** привязка изображения к правильному объекту измерения
- **Профессиональное документирование:** быстрое создание отчётов, профессиональное ПО
- Приложение **testo Thermography App**
- Внесен в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений

PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

[The influence of the temperature factor on the electricity consumption during the transportation of water through pressure pipelines. Pp. 14–19.](#)

Vladimir A. Orlov, Doctor of Technical Sciences, Professor; Dmitry A. Peterburgskiy, postgraduate student, Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)

1. S.V. Hramenkov. *Vremya upravlyat' vodoj* [Time to manage water]. Moscow. *Izd-vo "Moskovskie uchebniki i kartolitografiya"* ["Moscow textbooks and cartolithography" Publishing House]. 2012. 279 p. [In Russian]
2. M. Rameil. Handbook of pipe bursting practice. Vulkan-Verlag. 2007. 352 p.
3. A. Kuliczkowski. Renovation or reconstruction on the example of water and sewage pipes. *Install.* 2012. No. 1. Pp. 46–49.
4. H.P. Gomes, P. de Farias, S. de Tarso, S. da Silva. Efficiency indicator for assessment of water distribution networks carrying capacity. *Environmental Engineering and Management Journal.* 2020. Vol. 19. No. 5. Pp. 747–753.
5. M. Toderas, V. Iordache, Cr. Petcu, H. Petran. Real time monitoring of indoor environment quality and energy consumption in a residential building. *Environmental Engineering and Management Journal.* 2019. Vol. 18. No. 7. Pp. 1391–1620.
6. V.A. Orlov. *Truboprovodnye seti* [Pipeline networks]. St. Petersburg. *Izd-vo "Lan"* ["The doe" Publishing House]. 2020. 159 p. [In Russian]
7. B.S. Leznov. *Jenergosberezhenie i reguliruemyj privod v nasosnyh i vozduhoduvnyh ustanovkah* [Energy saving and variable drive in pumping and blowing installations]. Moscow. *Jenergoatomizdat* [Publishing House of Energy and Nuclear Industry of the USSR ("Energoatomizdat" Publishers)]. 2006. 359 p. [In Russian]
8. V.A. Orlova. *Bestrashesnyye tehnologii i jenergosberezhenie* [Trenchless technologies and energy saving]. Moscow. *Izd-vo "ASV"* [Publishing House of the Association of Construction Universities ("ASV" Publishers)]. 2021. 159 p. [In Russian]
9. S. Grossmann, D. Lohse. Curvature effects on the velocity profile in turbulent pipe flow. *The European Physical Journal E (EPJ E).* 2017. No. 40. Pp. 16–19.
10. O.D. Samarin. *Postroenie universal'noj zavisimosti dlja poter' davlenija v truboprovodah* [Construction of a universal dependence for pressure losses in pipelines]. *Zhurnal Sanitekhnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2016. No. 1. Pp. 24–25. [In Russian]
11. A.D. Al'tshul', V.I. Kalicun, F.G. Majranovskij, P.P. Pal'gunov. *Primery raschetov po gidravlike* [Examples of calculations for hydraulics]. Moscow. *Izd-vo "Al'jans"* ["An Alliance" Publishing House]. 2013. 255 p. [In Russian]



HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

[Features of the design of external heating networks in the Arctic zone. Pp. 22–24.](#)

Elena A. Birjuzova, PhD, Associate Professor, Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)

1. V.M. Kotljakov. *Mnogoletnjaja merzlota* [The permafrost]. *Bol'shaja rossijskaja jenciklopedija* [The Great Russian Encyclopedia]. Vol. "Russia" (pp. 63–65). Moscow. *Izd-vo "Bol'shaja rossijskaja jenciklopedija"* ["The Great Russian Encyclopedia" Publishing House]. 2004–2017. 27957 p.. [In Russian]
2. *SP 124.13330.2012* [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 124.13330.2012]. *Teplovyje seti. Aktualiz. red. SNiP 41-02-2003* [Heating network. Updated edition of Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 41-02-2003] (intr. on January 1, 2013). [In Russian]
3. *SP 61.13330.2012* [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 61.13330.2012]. *Teplovaja izoljacija oborudovanija i truboprovodov. Aktualiz. red. SNiP 41-03-2003* [Thermal insulation of equipment and pipelines. Updated edition of Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 41-03-2003] (with Amendment No. 1, intr. on January 1, 2013). [In Russian]
4. *GOST 30732-2006* [State Industry Standard of Russia No. 30732-2006]. *Truby i fazonnyye izdelija stal'nye s teplovoj izoljaciej iz penopolietiretana v polijetilenoj obolochke. Tehnicheskie uslovija* [Steel pipes and fittings with polyurethane foam thermal insulation in a polyethylene sheath. Technical conditions]. Moscow. *Standartinform* [Russian Scientific-Technical Information Centre for Standardization, Metrology and Conformity Assessment ("Standartinform" Publishers)]. 2007. 47 p. [In Russian]
5. E.A. Birjuzova, A.S. Gluhanov, N.S. Kobleev. *Primenenie sovremennyh truboprovodnyh sistem pri projektirovanii i rekonstrukcii teplovyh setej* [Application of modern pipeline systems in the design and reconstruction of heating networks]. *Izvestija JuZGU. Serija: Tehnika i tehnologii* [Bulletin of the Southwestern State University. Series: Engineering and technology]. 2012. No. 4. Pp. 63–68. [In Russian]
6. E.A. Birjuzova. *Koefficient teploprovodnosti kak osnovnaja karakteristika jeffektivnosti primeneniya materiala teplovoj izoljaciej v teplosnabzhenii* [Thermal conductivity coefficient as the main characteristic of the effectiveness of the use of thermal insulation material in heat supply]. *Jenergo- i resursosberezhenie. Jenergoobespechenie. Netradicionnyye i vozobnovljaemye istochniki jenerгии: Sb. mat. Vseross. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenyh s mezhd. uchastiem* [Energy and resource saving. Power supply. Non-traditional and renewable energy sources: Coll. vol. of the All-Russian scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists with international participation]. December 18–21, 2012. Yekaterinburg. *UrFU* [Ural Federal University]. 2012. Pp. 37–40. [In Russian]
7. E.A. Birjuzova, A.S. Gluhanov. *Issledovanie osobennostej vybora sposoba prokladki teplovyh setej, vlijajushih na ih jenergojefektivnost'* [Investigation of the peculiarities of choosing a method for laying heating networks that affect their energy efficiency]. *Izvestija JuZGU. Serija: Tehnika i tehnologii* [Bulletin of the Southwestern State University. Series: Engineering and technology]. 2020. No. 4. Pp. 29–41. [In Russian]
8. E.A. Birjuzova, A.S. Gluhanov. Improving energy efficiency and reliability of heating networks through the use of multilayer thermal insulation structures. International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety (ICCATS 2020). September 2020. Sochi, Russia. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 962. Issue 3.
9. E.A. Birjuzova, A.S. Gluhanov. *Vlijanie sposoba prokladki truboprovodov na jenergojefektivnost' teplovyh setej* [Influence of the method of laying pipelines on the energy efficiency of the heating network]. *Vestnik PNIPU. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Series: Building and architecture]. 2019. No. 4. Pp. 59–66. [In Russian]
10. E.A. Birjuzova, A.S. Gluhanov. *Jeksploatacionnyye issledovaniya teploizoljacionnyh konstrukcij teplovyh setej objektov nazemnoj kosmicheskoj infrastruktury* [Operational research of heat-insulating structures of heating networks of objects of ground-based space infrastructure]. *Trudy VKA im. A.F. Mozhajskogo* [Proc. of the Mozhaisky Military Space Academy of Russia]. 2018. Issue 663. Pp. 17–22. [In Russian]
11. E.A. Birjuzova. *Povyshenie jenergojefektivnosti teplovyh setej za schet primeneniya sovremennyh teploizoljacionnyh materialov* [Improving the energy efficiency of heating networks through the use of modern thermal insulation materials]. *Regional'naja arhitektura i stroitel'stvo* ["Regional architecture and construction" Magazine]. 2013. No. 1. Pp. 62–66. [In Russian]



ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

[Problems and ways of reducing energy intensity at industrial enterprises and regions of Russia, achievements of the Perm Region. Pp. 53–55.](#)

Danir G. Zakirov, Doctor of Technical Sciences, Professor, chief researcher of the Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (MI of the UB of the RAS, Perm city), general director of the Association of Power Engineers of the Western Urals; **Sergey V. Gribkov**, PhD, Academician of the Russian Engineering Academy, general director of "WindEq Technical Center", LLC (Podolsk city, Moscow Region), scientific secretary of the Committee on the Problems of the Use of Renewable Energy Sources of the Russian Union of Scientific and Engineering Societies (RES Committee of RosSNIO); **Alexey A. Ryumkin**, chief power engineer — Head of the Chief Power Engineer Department of "Uralkali", PJSC (Berezniki city, Perm Region); **Mansur A. Mukhamedshin**, leading engineer, Laboratory of Geotechnological Processes and Mine Gas Dynamics, MI of the UB of the RAS (Perm city)

1. *O nekotorykh merakh po povysheniyu jenergeticheskoy i jekologicheskoy jeffektivnosti rossijskoj jekonomiki* [On some measures to improve the energy and environmental efficiency of the Russian economy]. *Ukaz Prezidenta RF ot 04.06.2008 №889* [Decree of the President of the Russian Federation of June 4, 2008 No. 889]. [In Russian]
2. *Ob jenergosberezhenii i o povyshenii jenergeticheskoy jeffektivnosti, i o vnesenii izmenenij v otdelnye zakonodatelnye akty Rossijskoj Federacii* [On energy saving and on increasing energy efficiency, and on amending certain legislative acts of the Russian Federation]. *Federalnyj zakon RF ot 23.11.2009 №261-FZ (posl. red.)* [Federal Law of Russia of November 23, 2009 No. 261-FL (last edition)]. [In Russian]
3. *O sostojanii jenergosberezhenija i povyshenii jenergeticheskoy jeffektivnosti v Rossijskoj Federacii v 2016 g.* [On the state of energy conservation and energy efficiency in the Russian Federation in 2016]. *Gosudarstvennyj doklad Minjenergo Rossii* [The state report of the Ministry of Energy of Russia]. Moscow. 2017. 264 p. [In Russian]
4. D.G. Zakirov. *Permskaja oblast': na puti k jenergojeffektivnoj jekonomike* [Perm Region: towards an energy efficient economy]. Perm. *Izd-vo "Kniga"* ["A book" Publishing House]. 2002. 330 p. [In Russian]
5. D.G. Zakirov. *Upravlenie jenergojeffektivnost'ju v regione* [Energy efficiency management in the region]. Perm. *Izd-vo "Aster"* ["Aster" Publishing House]. 2007. 384 p. [In Russian]
6. D.G. Zakirov. *Jenergetika. Jenergojeffektivnost'. Izvestnye jenergetiki* [Energy efficiency. Famous energetics]. Perm. OAO "IPK "Zvezda" ["Zvezda" Publishing and Printing Complex", JSC]. 2012. 543 p. [In Russian]
7. D.G. Zakirov. *Mnogoletnij opyt povyshenija jenergojeffektivnosti na predpriyatiyah Zapadnogo Urala. Izvestnye jenergetiki promyshlennykh predpriyatij* [Many years of experience in improving energy efficiency at enterprises in the Western Urals. Well-known power engineers of industrial enterprises]. Perm. *IP "Duneva L.A."* ["L.A. Duneva" Individual Entrepreneur]. 2017. 465 p. [In Russian]
8. E. Krjuchkova. *Pljus jenergojeffektivnost' vsej strany* [Plus energy efficiency of the whole country]. *Gazeta "Kommersant" ot 24.04.2018 №71* ["The Kommersant" Newspaper No. 71 of April 24, 2018]. [In Russian]

[Autonomous power supply of automated gas distribution stations of the new generation. Pp. 58–65.](#)

Vladimir K. Averyanov, Doctor of Technical Sciences, Professor, corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences (RAASN), adviser to the general director of "Gazprom promgaz", JSC; **Oleg A. Davydov**, engineer, deputy general director for construction of infrastructure facilities of "Ruskhimalians", LLC; **Viktor V. Elistratov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, director of the "Renewable energy and installations based on them" Scientific and Educational Center; **Sergey N. Kiryukhin**, PhD, Associate Professor, deputy head of the department of "Gazprom promgaz", JSC

1. V.A. Mihalenko, A.A. Savin, A.Ju. Distanov, A.V. Ligachev, S.V. Alimov, V.V. Tarasov. *Novye gorizonty tehničeskogo razvitiya gazoraspredeletel'nykh stancij* [New horizons for the technical development of gas distribution stations]. *Gazovaja promyshlennost'* ["Gas industry" Magazine]. 2020. No. 5. Pp. 52–57. [In Russian]
2. *STO Gazprom 2-2.3-1081-2016* [Standard of the "Gazprom", PJSC, No. 2-2.3-1081-2016]. *Gazoraspredeletel'nye stancii. Obshhie tehničeskije trebovanija* [Gas distribution stations. General technical requirements]. St. Petersburg. 2018. 94 p. [In Russian]
3. S.Ju. Petuhova, I.I. Tugov. *Jenergosberegajushhie tehnologii upravlenija jelektropotrebniem gazoraspredeletel'nykh stancij* [Energy-saving technologies for managing the power consumption of gas distribution stations]. *Novye tehnologii i problemy tehničeskikh nauk: Sb. nauch. trudov po itogam mezhd. nauch.-tehnič. konf.* [New technologies and problems of technical sciences: Collection of scientific papers on the results of an international scientific and technical conference]. Krasnoyarsk. *SibGU* [Siberian State University of Science and Technologies]. 2016. No. 3. [In Russian]
4. A.M. Shhipachev, A.G. Belousov, E.S. Dmitrieva. *Povyshenie jeffektivnosti reducirovaniya prirodnoho gaza na gazoraspredeletel'nykh stancijah* [Increasing the efficiency of natural gas reduction at gas distribution stations]. *Neftegaz.ru*. 2020. No. 3. Pp. 92–96. [In Russian]
5. V.K. Aver'janov, A.M. Karasevich, A.V. Fedjaev. *Sistemy maloj jenergetiki: sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitiya* [Small-scale energy systems: current state and development prospects]. Vol. 1, 2. Moscow. *ID "Strahovoe revju"* ["Insurance Review" Publishing House]. 2008. 962 p. [In Russian]
6. I.A. Zhurmilova. *Sovershenstvovanie sistem teplo- i holodosnabzhenija zdaniy s primeneniem gruntovykh teploobmennikov* [Improvement of systems of heat and cold supply of buildings with the use of ground heat exchangers]. *The dissertation of a PhD in specialty No. 05.23.03*. Penza. *PGUAS* [Penza State University of Architecture and Construction]. 2016. 155 p. [In Russian]

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

7. Ju.O. Bajdakova. *Issledovanie jeffektivnosti shem bestoplivnykh ustanovok generacii jelektronegerii na osnove detander-generatornykh agregatov i teplovykh nasosov* [Investigation of the efficiency of schemes of fuel-free power generation plants based on expander-generator units and heat pumps]. *The dissertation of a PhD in specialty No. 05.14.01*. Moscow. *NIU MJeI* [Moscow Power Engineering Institute]. 2013. 155 p. [In Russian]
8. G.A. Fokin. *Metodologija sozdaniya avtonomnykh turbinnnykh istochnikov jelektricheskoy jenerгии, ispol'zujushchih jenergiyu szhatogo prirodnoho gaza dlja sobstvennykh nužd gazotransportnoj sistemy* [Methodology for the creation of autonomous turbine sources of electrical energy using compressed natural gas energy for the own needs of the gas transmission system]. *The dissertation of Doctor of Technical Sciences in specialty No. 05.04.12*. St. Petersburg. *SPbPU* [Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University]. 2015. 456 p. [In Russian]
9. *Programma po vnedreniju turbodetandernykh ustanovok na GRS dlja poluchenija szhizhennoho prirodnoho gaza i dlja vyrabotki jelektronegerii* [Program for the introduction of turboexpander units at gas distribution stations for obtaining liquefied natural gas and for generating electricity]. "Gazprom", PJSC. Moscow. 2016. [In Russian]
10. V.K. Aver'janov, O.A. Davydov, V.V. Elistratov, S.N. Kirjulin. *Avtonomnoe jenergosnabzhenie gazoraspredeletel'noj stancii s ispol'zovaniem al'ternativnykh istochnikov jenerгии* [Autonomous power supply of the gas distribution station using alternative energy sources]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2020. No. 11. Pp. 56–60. [In Russian]

[Development of a methodology for determining the energy efficiency class and measures to improve the energy efficiency of buildings. Pp. 75–77.](#)

Danir G. Zakirov, Doctor of Technical Sciences, Professor, chief researcher of the Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (MI of the UB of the RAS, Perm city), general director of the Association of Power Engineers of the Western Urals; **Alexey A. Ryumkin**, chief power engineer — Head of the Chief Power Engineer Department of "Uralkali", PJSC (Berezniki city, Perm Region); **Sergey V. Gribkov**, PhD, Academician of the Russian Engineering Academy, general director of "WindEq Technical Center", LLC (Podolsk city, Moscow Region), scientific secretary of the Committee on the Problems of the Use of Renewable Energy Sources of the Russian Union of Scientific and Engineering Societies (RES Committee of RosSNIO); **Mansur A. Mukhamedshin**, leading engineer, Laboratory of Geotechnological Processes and Mine Gas Dynamics, MI of the UB of the RAS (Perm city); **Rustam A. Fayzrakhmanov**, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Information Technologies and Automated Systems, Perm National Research Polytechnic University (Perm Tech)

1. *Ob jenergosberezhenii i povyshenii jenergeticheskoy jeffektivnosti i o vnesenii izmenenij v otdelnye zakonodatelnye akty Rossijskoj Federacii* [On energy conservation and energy efficiency and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation]. *Federalnyj zakon RF ot 23.11.2009 №261-FZ (posl. red.)* [Federal Law of the Russian Federation of November 23, 2009 No. 261-FL (last edition)]. [In Russian]
2. *Ob utverzhenii Pravil ustanovlenija trebovanij jenergeticheskoy jeffektivnosti dlja zdaniy, stroenij, sooruzhenij i trebovanij k pravilam opredelenija klassa jenergeticheskoy jeffektivnosti mnogokvartirnykh domov* [On approval of the Rules for establishing energy efficiency requirements for buildings, structures, structures and requirements for the rules for determining the energy efficiency class of apartment buildings]. *Postanovlenie Pravitelstva RF ot 25.01.2011 №18* [Decree of the Government of the Russian Federation of January 25, 2011 No. 18]. [In Russian]
3. *O trebovanijah jenergeticheskoy jeffektivnosti zdaniy, stroenij, sooruzhenij* [On the requirements for the energy efficiency of buildings, structures, structures]. *Prikaz Ministerstva regionalnogo razvitiya RF ot 28.05.2010 №262* [Order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation of May 28, 2010 No. 262]. [In Russian]
4. *GOST R 56295-2014* [State Industry Standard of Russia No. 56295-2014]. *Jenergojeffektivnost' zdaniy. Metodika jekonomicheskoy ocenki jenergeticheskikh sistem v zdaniyah* [Energy efficiency of buildings. Methodology for the economic assessment of energy systems in buildings]. Date of exec.: July 1, 2015. Moscow. *Standartinform* [Russian Scientific-Technical Information Centre for Standardization, Metrology and Conformity Assessment ("Standartinform" Publishers)]. 2019. [In Russian]
5. D.G. Zakirov. *Jenergosberezhenie: ucheb. pos.* [Energy saving: A tutorial]. Perm. *Izd-vo "Kniga"* ["A book" Publishing House]. 2000. 308 p. [In Russian]
6. *Razrabotka metodicheskikh rekomendacij po primeneniju teplonasosnykh tehnologii i metodiki rascheta tehniko-jekonomicheskoy jeffektivnosti ee ispol'zovanija v sfere ZhKH: Nauch.-issled. rabota* [Development of guidelines for the use of heat pump technologies and methods for calculating the technical and economic efficiency of its use in housing and communal services: R&D]. Scientific adviser D.G. Zakirov. Perm. 2003. [In Russian]
7. *SP 50.13330.2012* [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 50.13330.2012]. *Teplovaja zashlita zdaniy* [Thermal protection of buildings]. Date of exec.: July 1, 2013. [In Russian]
8. *Issledovanie i prarabotka vozmozhnostej povyshenija jenergojeffektivnosti Zis skladov, ABK, proizvodstvennykh baz — 3,4 USD g. Berezniki: Nauch.-issled. rabota* [Research and development of possibilities for increasing the energy efficiency of buildings and facilities, warehouses, administrative and amenity complexes, manufacturing plants — 3.4 of warehouse distribution management buildings of "Uralkali", PJSC, in the Berezniki city: R&D]. Scientific adviser D.G. Zakirov. Perm. 2019. [In Russian]
9. A.V. Krivosheev. *Meroprijatija po jenergosberezheniju i povysheniju jenergojeffektivnosti pri provedenii kapitalnogo remonta mnogokvartirnykh domov: kak snizit' rashody na kommunal'nye resursy* [Measures to save energy and improve energy efficiency during the overhaul of apartment buildings: how to reduce the cost of utilities]. Moscow. *Izd-vo "Avangard"* ["The vanguard" Publishing House]. 2020. 144 p. [In Russian]



МИР КЛИМАТА

EXPO 2022

**EXPO
КОНГРЕСС
HVAC/R
ИНДУСТРИЯ**

1-4 марта 2022
Москва
ЦВК «Экспоцентр»

**Новая реальность –
новый формат**

climatexpo.ru

Главное
отраслевое
событие года



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И ФОРУМ

RENWEX

«Возобновляемая энергетика
и электротранспорт»

21–23 ИЮНЯ 2022

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»,
павильон №3

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ



Ветроэнергетика



Солнечная энергетика



Водородная энергетика



Гидроэнергетика



Биоэнергетика, биогаз и твердое биотопливо



Энерго- и ресурсосберегающие технологии



Электротранспорт и зарядная инфраструктура



Реклама 12+

www.renwex.ru

При поддержке



МИНИСТЕРСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ



МИНПРОТОРГ
РОССИИ



АРВЭ
АССОЦИАЦИЯ РАБОТАЮЩИХ
В ЭНЕРГЕТИКЕ

EURO
SOLAR
RUSSIA



РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ
ВЕТРОИНДУСТРИИ



ТАИ РО



ЭКСПОЦЕНТР

Под патронатом

Организатор

DELUXE S



EQB



NCB 700



На правах рекламы



Газовые
котлы



Электрические
котлы



Конденсационные
котлы



Котлы и все комплектующие к ним производятся исключительно на собственных заводах в Корее



NAVIEN — единственный бренд в сегменте отопительного оборудования, трижды признанный Народной Маркой №1 в России



NAVIEN — качественное оборудование из Кореи по разумной цене