

12[Утилизация стоков от умягчителей](#)18[Как испытывать отопительные приборы?](#)38[О качестве гибких воздуховодов](#)42[Энергосбережение в газифицированных регионах](#)

Создано в 1995 году.

Ведущий российский производитель оборудования для ОВиК

Надёжные высокоточные прецзионные кондиционеры АКП



АКП-Ш – шкафной
прецзионный кондиционер
6–120 кВт



АКП-Р – межрядный
прецзионный кондиционер
10–40 кВт

Сделано качественно. Сделано в России.

veza.ru

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

aqua THERM MOSCOW

15–18 февраля 2022
Крокус Экспо, Москва

Забронируйте стенд

aquatherm-moscow.ru

Developed by



Организаторы



Специализированные разделы

WORLD OF
WATER & SPA



AIRVent

ЗАРАБАТЫВАЙ ВМЕСТЕ С NAVIEN

Вступай в клуб
единомышленников
и успешных партнеров!



Регистрируйся
на сайте



Монтируй
котлы NAVIEN



Копи
баллы



Получай
бонусы



получи
5000
бонусов

за монтаж конденсационного котла NAVIEN NCB700
акция продлится до 30 ноября 2021 года

На правах рекламы



Корректировка методики испытаний отопительных приборов

В статье приводится критика существующего метода испытаний отопительных приборов на номинальный тепловой поток. Рассмотрены причины, из-за которых существующая методика по ГОСТ Р 53583 является не обеспечивающей достаточной точности измерений, предложены принципы её корректировки.

18

Централизованное теплоснабжение на Украине. Часть 3

Минрегион Украины внедряет инструмент стратегического развития систем теплоснабжения в стране — новую методологию разработки схем теплоснабжения для городов. Автор пишет: «прочитал и обрадовался: наконец-то власть взялась исправлять свою закоренелую ошибку двух последних десятилетий...»

32

О применении качественных гибких воздуховодов

Автор показывает, почему нельзя экономить на качестве элементов систем вентиляции и даёт рекомендации по выбору гибких воздуховодов. От их качества зависит как правильность работы вентиляционной системы, так и капитальные затраты на эксплуатацию объекта, и комфорт, и безопасность людей.

38



Члену редколлегии и автору журнала СОК П. П. Безруких – 85 лет

13 сентября 2021 года исполнилось 85 лет со дня рождения патриарха отечественной возобновляемой энергетики, доктора технических наук, Заслуженного энергетика Российской Федерации П. П. Безруких. Редакция журнала и коллеги поздравляют юбиляра и отмечают его заслуги перед отечественным топливно-энергетическим комплексом.

58

Энергоэффективность в России: что нас ждёт завтра?

Энергоэффективность — один из ключевых драйверов современной российской экономики. От прогрессивности государственной политики в этой области зависит конкурентоспособность страны в мировой экономике. В 2020 году многие нововведения 2007 года попали под действие «регуляторной гильотины». С чем это связано?

40

Решение задачи нестационарной теплопроводности

В статье рассматриваются вопросы энергоэффективного поддержания комфортных условий микроклимата в обитаемых помещениях в период погодных аномалий. Решена задача нестационарной теплопроводности в многослойной стене здания при аномальных зимних погодных условиях в городе Новороссийске Краснодарского края.

48

Новости

Событие

[RAWI Forum 2021: Международный форум по ветроэнергетике](#)
приглашает участников и партнёров

8

Сантехника и водоснабжение

[Массовый переход к использованию электронных циркуляционных насосов в РФ оправдан и неизбежен](#)

10

[Сточные воды установки На-катионирования воды.](#)

[Состав. Способ утилизации](#)

12

Отопление и ГВС

[Techno: движение вверх](#)

16

[Корректировка методики испытаний отопительных приборов на тепловой поток](#)

18

[Fondital и российский рынок](#)

24

[De Dietrich: 20 лет на российском рынке](#)

26

[Е.С.А. — прогресс и развитие](#)

30

[Централизованное теплоснабжение в городах Украины. Часть 3](#)

32

Кондиционирование и вентиляция

[Использование прецизионных кондиционеров «ВЕЗА» для центров обработки данных](#)

36

[Значимость применения качественных гибких воздуховодов](#)

38

Энергосбережение и ВИЭ

[Энергоэффективность в России: что нас ждёт завтра?](#)

40

[Решение задач энергосбережения в условиях газификации отдалённых районов России](#)

42

[Нестационарная теплопроводность в многослойной стене при аномальных зимних погодных условиях](#)

48

[Энергетика России на основе ВИЭ: история и современность](#)

52

[Нашему автору, члену Редакционной коллегии СОК](#)

[П. П. Безруких — 85 лет!](#)

58

[Прямое использование геотермальной энергии: всемирный обзор 2020. Часть 3](#)

60

References

79

3

Одной строкой

Группа IKEA объявила, что начинает сбытовую деятельность на розничном рынке электроэнергии и будет поставлять сертифицированную солнечную и ветровую энергию по доступным ценам для потребителей в Швеции.

На заводе Kermi в городе Ступино (Московская область) запущена вторая сварочная линия по производству стальных панельных радиаторов. С запуском второй линии сварки-штамповки производственные мощности завода достигнут величины 600 тыс. радиаторов в год.

«Данфосс», представляющее в России концерн Danfoss, построит под Москвой новый производственный корпус. Разрешение на строительство выдано Министерством жилищной политики Московской области. Новое здание площадью 3,6 тыс. м²озведут в дополнение к уже существующим производственным помещениям компании в деревне Лешково городского округа Истра.

МТС объявила о предоставлении бесплатного доступа к платформе разрабатываемой системы «умного дома МТС» по методу API любым производителям смарт-устройств. Платформа позволяет интегрировать элементы освещения, розетки, роботы-пылесосы и другие электроприборы в приложение «МТС Умный дом» для дальнейшего дистанционного управления системой со смартфона.

Доля солнечной электроэнергии от общего объема электричества, выработанного странами ЕС, в июне-июле 2021 года достигла 10%. Как сообщил аналитический центр в области энергетики Ember, это является историческим максимумом.

Период нештрафуемой установки традиционных приборов учёта вместо «умных» счётчиков может быть продлён до 1 января 2024 года. Об этом в ходе брифинга журналистам сообщил заместитель министра энергетики РФ Павел Сниккарс.

В 2020 году возобновляемые источники энергии (ВИЭ) стали единственным энергетическим сектором, продемонстрировавшим рост. Общее снижение потребления первичной энергии в мире составило 4,5% и стало крупнейшим со времён Второй мировой войны.

Развитие сектора электромобилей должно повысить спрос на электроэнергию, поскольку потребители будут подключать всё больше и больше электромобилей к электросетям для их зарядки. Однако многие электросети и распределительные системы уже перегружены. Таким образом, зарядка транспортных средств тогда, когда это нужно потребителям, а не в часы низкого энергопотребления, может поставить под угрозу устойчивость электрических сетей.

BAXI

Ставим рекорды вместе



История бренда BAXI в России началась в 2002 году с открытием представительства в Москве. Сегодня количество поставленных настенных и напольных котлов BAXI в России превысило 1,5 млн единиц. В прошлом году был достигнут абсолютный рекорд по поставкам настенных газовых котлов BAXI за всю историю присутствия бренда на российском рынке — более 130 тыс. единиц.

2020 год был также исключительно успешным в части поставок настенных конденсационных котлов: по итогам исследований российского агентства «Литвинчук Маркетинг» и английской маркетинговой компании BRG Building Solutions компания «БДР Термия Рус» с брендом BAXI заняла первое место на этом рынке. Доля BAXI составила более 20% от общего оборота реализованного котельного оборудования на территории Российской Федерации (речь идёт о настенных конденсационных газовых котлах), а с учётом показателей продаж бренда De Dietrich доля рынка составила более 28%.

Выручка компании «БДР Термия Рус» превысила 5,8 млрд руб. в 2020 году. Это один из лучших финансовых результатов среди производителей котельного оборудования, что говорит об устойчивом бизнесе и правильном определении и достижении основных долгосрочных целей и задач в рамках общей стратегии компании «БДР Термия Рус».

Viessmann

Viessmann представила новинку 2021 года – установки Vitobloc 300



Новые когенерационные модули Vitobloc 300 NG 15 и Vitobloc 300 NG 20 разработаны для одновременной выработки тепловой и электрической энергии в отрасли малой распределённой генерации (мини-ТЭЦ, мини-ТЭС). Благодаря инновационным решениям компании Viessmann, они обладают высокой эффективностью при низких эксплуатационных расходах. Модули отличаются низким уровнем рабочего шума — менее 49 дБ(А), нетребовательны к месту установки, поэтому подходят для оснащения и модернизации объектов разной площади.

Анализируя запросы пользователей и специалистов, устанавливающих подобное оборудование в локальных энергосистемах, эксперты Viessmann выделяют ряд требований, предъявляемых к комбинированным тепло-

электроцентралям: лёгкую и быструю установку; высокую эффективность при выработке электроэнергии и тепла; более длительные интервалы технического обслуживания. Новые когенерационные модули полностью соответствуют перечисленным условиям.

Преимущества для специализированных компаний: готовые к подключению компактные блоки, прошедшие заводские испытания; низкие затраты на установку благодаря генератору с водяным охлаждением; соответствие всем требованиям к техническому подключению (ТАВ) поставщика энергии; протестировано согласно VDE AR-N 4105 со встроенной защитой от НА; встроенный интерфейс LAN для удалённого мониторинга; гибкая параметризация в соответствии с условиями системы.



«Бош Термотехника»

Новый котёл Buderus Logamax plus GB122i поступил в продажу в России



Новый газовый конденсационный котёл Buderus Logamax plus GB122i, старт продаж которого недавно анонсировала компания «Бош Термотехника», уже доступен для заказа через инжениринговые компании «Buderus Центры». Buderus Logamax plus GB122i поставляется в Россию в одноконтурном и двухконтурном исполнениях мощностью 25 кВт на отопление и 29 кВт на нужды ГВС, имеет компактные размеры и подходит для установки в любых помещениях. Новый Logamax plus GB122i стал следующим этапом внедрения доступного энергоэффективного оборудования для бытового применения в России. Котёл практичен, надёжен и экономичен. Сезонный КПД системы для центрального отопления составляет 94%, при работе в конденсационном режиме — до 109% по высшей теплоте сгорания.

Pro Aqua

Какие трубы для внутренней канализации выбрать? Пластик или чугун?



Компания «Про Аква» представляет качественную и надёжную альтернативу чугунной канализации — бесшумные трубы и фитинги Pro Aqua Stilte Plus. Трубы и фитинги этой линейки обладают уникальными свойствами и не имеют аналогов среди продукции отечественных производителей.

Трубы Pro Aqua Stilte Plus имеют толщину стенки 4,0–6,2 мм (в зависимости от диаметра применяемых труб). Увеличенная толщина стенки и плотность материала позволяют снизить акустический шум до минимальных значений.

Источник: Pro Aqua.

В двухконтурном исполнении котёл отличается высокой производительностью горячего водоснабжения, обеспечивая до 14 л/мин. горячей воды при нагреве на 30 °C. Одноконтурная модель мощностью 25 кВт может обогревать помещения до 250 м². Сезонная энергетическая эффективность отопления составляет 94%, класс энергоэффективности А+ по европейской классификации. Модель также имеет возможность приготовления воды в баке косвенного нагрева.

В Buderus Logamax plus GB122i производитель реализовал инновационные технологии, которые делают использование котла простым, удобным и комфортным.



WOLF

Котлы WOLF CGB-2 – все мощности в одной линейке

Производитель отопительного и вентиляционного оборудования WOLF объявил о запуске модели газовых конденсационных котлов CGB-2-75/100. Теперь линейка CGB-2 способна обеспечить любые потребности пользователей по мощности оборудования, от 14 до 100 кВт. Этого диапазона хватит для оборудования любых жилых и рабочих помещений. Котёл CGB-2-75/100 сохранил все преимущества предшественника, включая тихую работу, экономичность, компактные размеры, надёжность и простоту обслуживания. Выход новинки завершил переход всего отопительного оборудования WOLF на автоматику под управлением модуля BM-2. У новой модели расширены диапазон модуляции от 15 кВт и возможности встроенной автоматики, встроен электронный датчик давления. Котёл также получил новый клапан, что упростило перевод на сжиженный газ.

«Зелёная» энергетика

«Голубой» водород признан опасным видом топлива

Использование так называемого «голубого» водорода может оказаться не таким «зелёным», как казалось ранее. Углеродный след этого якобы «чистого» источника энергии может быть на 20% больше, чем от сжигания природного газа или угля. Анализ, опубликованный в журнале Energy Science and Engineering, показал, что «голубой» водород не так чист, как его рекламируют. При производстве «голубого» водорода выделяется большое количество углекислого газа и метана. Согласно новому анализу, «голубой» водород имеет углеродный след на 20% выше, чем при прямом сжигании природного газа. Он также выделяет на 60% больше выбросов, чем сжигание дизельного топлива.

«Зелёная» энергетика

Представлен крупнейший в мире ветряк

Китайская компания MingYang Smart Energy представила крупнейшую в мире ветряную турбину MySE 16.0-242. Мощность оснащённой гибридным приводом установки составляет 16 МВт. Новый ветрогенератор рассчитан на работу в условиях сильных ветров и является устойчивым к тайфунам (класс IEC TC), заявляет компания. Длина лопастей составляет рекордные 118 м, а диаметр ротора (окружности, описываемой лопастями) равен 242 м.



Машина способна вырабатывать 80 ГВт·ч электроэнергии в год. Это на 45% больше, чем предыдущая оффшорная турбина Ming Yang — MySE 11.0-203 мощностью 11 МВт.

По сравнению с производством электроэнергии на основе угля, одна MySE 16.0-242 позволит снизить выбросы CO₂ на более чем 1,6 млн тонн в течение своего расчётного 25-летнего срока службы, подсчитала компания.



В новой модели вся силовая электроника и трансформатор среднего напряжения были перемещены в гондолу, что упростило прокладку кабелей и повысило удобство обслуживания системы. Воздухонепроницаемая конструкция защищает гондолу от коррозии. Компания планирует установить прототип турбины в первой половине 2023 года и начать серийное производство в первой половине 2024 года.

До сегодняшнего дня крупнейшей ветряной турбиной являлась модель V236 мощностью 15 МВт от Vestas.

Источник: Энергия

«Русклимат»

Номмун — полноценное решение для всего домашнего климата

Управление домашним климатом с помощью смартфона становится привычным. Как рассказал руководитель проекта ТПХ «Русклимат» Олег Шаломанов, в настоящее время в специальном приложении Номмун объединены уже 33 серии приборов — это более 130 артикулов климатической техники, которую производит и поставляет «Русклимат». Команда разработчиков холдинга выпустила обновлённое приложение Номмун всего год назад. Цель — объединить управление домашним климатом, сделать его комфортным, удобным и стать флагманом инноваций на климатическом рынке.



У Номмун есть возможность разграничения прав — статус администратора позволяет устанавливать ПО и дополнительные настройки, статус пользователя, который подходит для детей и пожилых родителей, даёт права лишь на просмотр информации.

Найти в магазине «умную» технику можно будет по специальной маркировке «Работает с Номмун». Это важный элемент создания экосистемы внутри домохозяйств, который позволяет легко подобрать, например, кондиционер или конвектор, подключённые к приложению. После этого не нужно будет, как раньше, искать по квартире пульт для изменения режима работы техники — смартфон всегда под рукой.

Уже в августе 2021 года планируется интеграция с голосовым помощником Google.

«Зелёная» энергетика

Высокотемпературный тепловой насос для декарбонизации промышленности

Группа норвежских организаций, включая независимую исследовательскую компанию Sintef, производителя компрессоров ToCircle и Норвежский университет науки и технологий (NTNU), разработала высокотемпературный промышленный тепловой насос, который способен нагревать теплоноситель до рекордной температуры 180 °C. Обычные тепловые насосы, широко применяемые для теплоснабжения зданий, «выдают» низкие температуры (до 55–60 °C), однако многие промышленные процессы требуют гораздо более высоких температур. По данным Sintef, пятая часть европейской промышленности работает с температурами в диапазоне 100–180 °C. Новый тепловой насос «подходит для всех типов производств с имеющим-



Фото: ToCircle Industries AS

ся отходящим теплом и потребностью в технологическом паре», — сообщил журналу PV-magazine исследователь Sintef Майкл Бэнтл (Michael Bantle), добавив, что наиболее интересными секторами являются пищевая, химическая и бумажная промышленности. Этот агрегат, который исследовательская группа описывает как «самый горячий тепловой насос в мире», может использоваться в различных промышленных процессах, в которых используется пар, и может снизить энергопотребление предприятия на 40–70%, поскольку обеспечивает рекуперацию низкотемпературного отходящего тепла.



По материалам РеноАи



ПЕРЕМЕНЫ
НАЧИНАЮТСЯ
ЗДЕСЬ

Подробности на сайте
www.danfoss.ru

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss



RAWI Forum 2021: **Международный форум по ветро- энергетике приглашает участников и партнёров**

Открыта регистрация участников [Международного форума по ветроэнергетике](#), который пройдёт 1–2 декабря 2021 года в Москве при информационной поддержке журнала СОК. Получить актуальную информацию об участии можно на странице Форума rawi.ru/forum на сайте организации мероприятия — [Российской Ассоциации Ветроиндустрии](#) (РАВИ).

Главное ежегодное событие отрасли соберёт на одной площадке лидеров и практиков ветроиндустрии для решения бизнес-задач, с которыми сталкиваются производители и потребители энергоресурсов ветроэлектрических станций (ВЭС).

Реперными точками работы форума [RAWI Forum 2021](#) станут обсуждения его ключевых тем.

Ключевые темы форума

Ключевыми темами форума являются:

- экспорт и пути выхода на мировой рынок ветроэнергетики;
- добровольный спрос и вопросы продажи «зелёной» энергии из одного региона в другой;
- розничный рынок и микрогенерация;
- R&D и технологии проектирования и строительства ВЭС;
- устойчивое развитие, уменьшение углеродного следа и «зелёный» водород.

Предложить свою тему выступления вы можете, сделав запрос по e-mail: kovalenko@rawi.ru.

Кроме того, в центре внимания окажутся успешные кейсы лидеров отрасли и новых игроков на рынке мировой ветроэнергетики.

Аудитория форума

Форум будет интересен для:

- проектных, строительных, транспортных компаний, заинтересованных в выходе на рынок ветроэнергетики;
- компаний, занимающихся крановой логистикой, обслуживанием и сервисом ветроэлектростанций;
- поставщиков оборудования для ветроэнергетических установок (ВЭУ);
- производителей ветрогенераторов;
- нефтегазовых энергетических компаний, готовых развивать ветроэнергетику как отдельное направление;
- химических и металлургических компаний, заинтересованных в снижении углеродного следа их предприятий;
- компаний Re100, заинтересованных в переходе на «чистую» энергию.

Форум создаст оптимальную атмосферу для обсуждения вопросов сотрудничества. Вести закрытые переговоры, подписывать соглашения и общаться в комфортной обстановке участники форума смогут в переговорных комнатах. Контакты всех участников, программа и расписание встреч будут доступны в мобильном приложении.





Информационную поддержку в организации [Международного ветроэнергетического форума](#), который ежегодно проводит [Российская Ассоциация Ветроиндустрии](#), традиционно оказывают члены и партнёры [РАВИ](#), среди которых общественные и деловые ассоциации, а также средства массовой информации.

[РАВИ](#) заинтересована в расширении информационной поддержки и приглашает новых партнёров к участию в Форуме [RAWI Forum 2021](#).

По вопросам оказания информационной поддержки обращайтесь к PR-менеджеру [РАВИ](#):

Анна Лаптева, тел. +7 (921) 365-30-27,
e-mail: press@rawi.ru.

По вопросам участия в форуме обращайтесь к менеджеру проекта:

Анна Маслова, тел. +7 (963) 992-49-89,
e-mail: amaslova@rawi.ru.





Массовый переход к использованию электронных циркуляционных насосов в РФ оправдан и неизбежен

Одним из важнейших элементов системы отопления любого здания является циркуляционный насос, обеспечивающий непрерывное движение теплоносителя через отопительные приборы. В большинстве случаев циркуляционные насосы работают круглосуточно в течение всего отопительного периода...

В бытовых котлах один циркуляционный насос зачастую работает и для обеспечения циркуляции теплоносителя через теплообменник системы горячего водоснабжения. При таком режиме работы циркуляционные насосы оказываются существенным потребителем электроэнергии в масштабах здания, а для частных домов — зачастую крупнейшим, в сравнении со всеми остальными бытовыми электроприборами.

Обычно циркуляционные насосы, входящие в состав индивидуальных тепловых пунктов, располагаются внутри обслуживаемых зданий. В этом случае

по оценкам автора, всего около 3 %. Несмотря на то, что даже при относительно невысоких тарифах на электроэнергию в России электронные насосы окупаются по разным оценкам в срок от пяти до семи лет, изначальная разница в стоимости препятствует массовому переходу со стандартных на электронные насосы.

При относительно невысокой nominalной мощности циркуляционных насосов (45–2500 Вт) количество эксплуатируемых агрегатов в масштабах страны огромно. По оценкам автора, ежегодно в России реализуется около 2 млн насосов данного типа. Исходя из составляющего



к насосам применяются жёсткие требования по уровню звука. Для выполнения этих требований в системах отопления зданий в подавляющем большинстве случаев применяются циркуляционные насосы с мокрым ротором. На текущий момент наиболее востребованным являются стандартные циркуляционные насосы с двумя-тремя скоростями вращения ротора. Насосы данного класса имеют низкий КПД, не превышающий, как правило, 40–50 %. Более прогрессивным является применение так называемых «электронных насосов с мокрым ротором», имеющих более высокий КПД (до 75 %) и встроенную систему снижения потребляемой мощности при изменении отопительной нагрузки.

Однако по причине высокой стоимости электронных насосов доля их на рынке в Российской Федерации составляет,

десять лет нормативного срока службы насосов, можно сделать вывод о том, что общее количество эксплуатируемых в Российской Федерации насосов данного типа превышает 20 млн штук. Если принять среднюю потребляемую одним насосом мощность равной 150 Вт, то суммарная мощность насосов систем отопления составит 3 ГВт. Это сопоставимо с общей генерирующей мощностью, например, Чернобыльской АЭС, которая на момент аварии составляла 4 ГВт.

Таким образом, переход на электронные насосы позволит существенно повысить энергоэффективность в соответствующей отрасли народного хозяйства. С этой целью был разработан и утвержден [Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к энергетической эффективности энергопотребляющих устройств»](#) [1].

Авторы: П.В. СПЕРАНСКИЙ,
С.П. СПЕРАНСКИЙ

Данный регламент распространяется в основном на такое бытовое электрооборудование, как холодильники, телевизоры, стиральные и посудомоечные машины, лампы, вентиляторы и т.п. Под действие регламента также подпадают циркуляционные насосы с мокрым ротором (в том числе встроенные в настенные котлы и прочее оборудование) для отопления и охлаждения с номинальной гидравлической мощностью от 1 до 2500 Вт, то есть подавляющее большинство насосов данного типа. Применение насосов для систем ГВС, имеющих маркировку «Данный циркуляционный насос предназначен только для питьевой воды», вышеуказанным регламентом не нормируется.

Регламент вступает в силу с 1 сентября 2022 года и будет обязательным к выполнению всеми членами ЕАЭС, что уже сейчас подразумевает использование положений регламента при проектировании новых систем.



введённым регламентом будут запрещены к использованию насосы, не оснащённые электронным регулированием и, как следствие, не способные выдать удовлетворительные значения EEI. Методика расчёта индекса предполагает определение среднегодового потребления мощности с учётом различной загрузки насоса по сезонам. При этом расчёт для стандартных насосов производится по максимальной напорной и, соответственно, мощностной характеристикам. Полученные таким образом индексы превышают допустимое значение приблизительно на 80%, соответственно, стандартный циркуляционный насос, максимальный КПД которого составляет примерно 50%, для соответствия регламенту должен иметь КПД примерно в 1,8 раз больше, чем он имеет на данный момент, и его величина будет приближаться к 90%, что недостижимо для данного уровня развития технологий показателем. Таким образом, насосы данного типа (со ступенчатым регулированием числа оборотов) в принципе не могут соответствовать требованиям данного регламента, а значит будут постепенно запрещены к производству и поставке на территории ЕАЭС уже начиная с 2022 года. Хотелось бы ещё раз отметить, что доля стандартных насосов составляет около 97% от общего рынка циркуляционных насосов с мокрым ротором для систем отопления.

Соответствовать регламенту смогут только насосы, оснащённые преобразователем частоты и режимом поддержания переменного перепада давления Δp_v , который заложен в методику расчёта индекса энергетической эффективности электронных насосов.

Автором была проведена оценка соответствия регламенту стандартных и электронных циркуляционных насосов известного европейского производителя. Критерием энергоэффективности циркуляционных насосов является индекс энергетической эффективности Energy Efficiency Index (EEI). Согласно вводимым 1 сентября 2022 года требованиям, величина EEI не должна превышать 0,27. В табл. 1 для примера приводятся результаты расчёта EEI двух насосов по методике, изложенной в регламенте.

Таким образом, рассчитанные значения EEI позволяют сделать вывод, что

:: Результаты расчёта EEI для насосов разных типов

табл. 1

Модель насоса	Результаты расчёта EEI	Максимальное допустимое значение EEI
Стандартный насос с трёхступенчатым регулированием числа оборотов	0,490	0,27
Электронный насос с интегрированным преобразователем частоты	0,152	0,27

Рассчитанные значения индексов для стандартного и электронного насосов показывают, что потенциал экономии электроэнергии при реализации регламента может достигать 70%. Подобные требования введены в странах Европейского союза уже несколько лет назад и полностью исключили использование стандартных циркуляционных насосов.

Повышение энергоэффективности насосного оборудования при этом сопряжено с увеличением затрат на его приобретение при строительстве и реконструкции систем отопления. Однако массовое производство электронных компонентов приводит к их удешевлению, и сегодня самый простой электронный циркуляционный насос дороже своего стандартного «аналога» всего на 8–20%.

Наиболее современным и прогрессивным является применение электронных насосов с мокрым ротором, имеющих более высокий КПД (до 75%) и встроенную систему снижения потребляемой мощности при изменении отопительной нагрузки



Итак, введение Технического регламента ЕАЭС «О требованиях к энергетической эффективности энергопотребляющих устройств» позволит в перспективе существенно сократить энергопотребление циркуляционными насосами с мокрым ротором при незначительном удешевлении строительства систем отопления в целом, которое будет окупаться за счёт снижения расходов на электроэнергию в процессе эксплуатации.

Положительный эффект от реализации регламента почувствуют все заинтересованные стороны. Государство получит существенный рост энергоэффективности в масштабах страны, снижение выбросов парниковых газов. Конечные потребители получат экономичные системы циркуляции, в которых отсутствует вероятность возникновения шумов и оптимизирована подача теплоносителя. Проектным организациям будет проще избежать ошибок при подборе насосов, труд монтажников по наладкам систем отопления будет значительно облегчён.

Компании-производители насосов получат мощный импульс для дальнейшего совершенствования электронных насосов и развития производства. ●

1. ТР ЕАЭС 048/2019. [О требованиях к энергетической эффективности энергопотребляющих устройств](#) (с изм. на 29.01.2021). — М.: АО «Кодекс», 2021.



Сточные воды установки На-катионирова- ния воды. Состав. Способ утилизации

На-катионитовое умягчение воды — пожалуй, самый распространённый процесс подготовки воды для различных производственных целей и питьевого потребления. Смысл данного процесса в том, что в воде происходит замещение растворённых многовалентных ионов на ионы натрия. В результате вода умягчается, и из воды удаляются тяжёлые металлы.

У данного процесса имеются два существенных недостатка. Первое — в умягчённой воде в качестве катионов содержится только натрий. Для производственных целей это иногда бывает полезно, но в основном это относят к недостаткам. И второе — самое главное — в процессе работы установки образуется большое количество высокоминерализованных сточных вод. Их минерализация составляет около 20 г/л, поэтому данные стоки нельзя сбрасывать в канализацию. Для сброса в канализацию допускается вода с минерализацией не более 1,0–1,5 г/л. Возникает вопрос, что делать с такими стоками: разбавлять или очищать (осаждать)?

На предприятиях, где установки умягчения воды потребляют совсем немного воды (в общем балансе водопотребления и водоотведения), сточные воды установки умягчения разбавляются естественным способом. То есть, если сброс воды с установки умягчения в общий канализационный коллектор предприятия составляет, предположим, 1% от общих стоков предприятия, и остальные стоки слабоминерализованные, высокоминерализованные стоки установки умягчения не будут значительно влиять на общую минерализацию всех сточных вод. Таким

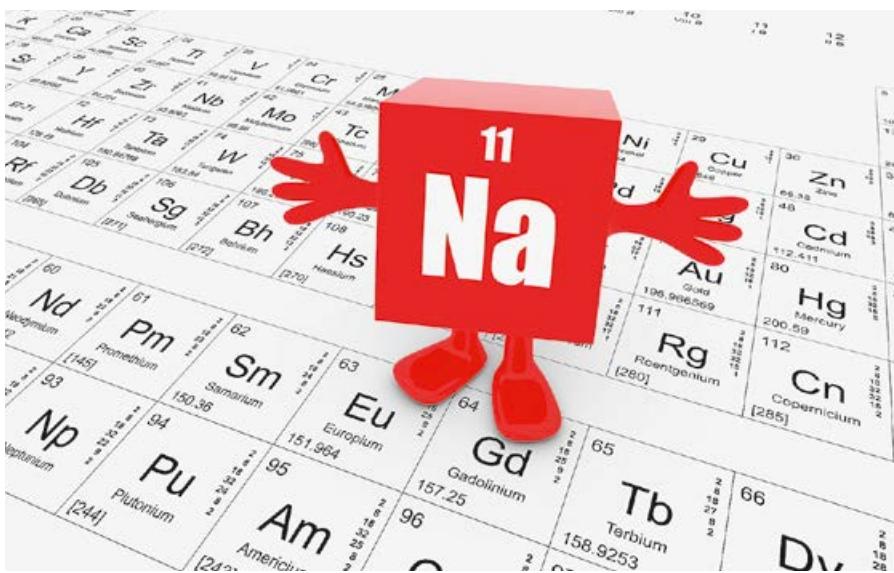
образом, в данном случае не требуется дополнительная очистка сточных вод установки умягчения, так как происходит их естественное разбавление остальными стоками предприятия.

Но что делать, когда остальных стоков предприятия не хватает для естественного разбавления стоков установки умягчения или остальные из них — сами по себе уже высокоминерализованные? В этом случае требуется разбавление стоков исходной водой или уменьшение минерализации их путём осаждения из них солей.

Разбавление стоков установки умягчения, по логике, является довольно странным способом утилизации. Например, если минерализация исходной воды составляет 0,35 г/л, а объём фильтроцикла установки умягчения — 100 м³, то для получения сточной воды с минерализацией до 1 г/л потребуется в процессе регенерации после каждого фильтроцикла потребить ещё 70 м³ исходной воды с минерализацией 0,35 г/л, чтобы получить смешанные стоки с концентрацией солей 1,05 г/л. Получается некая глупость, некое экономически совершенно недопустимое условие. Для получения 100 м³ умягчённой воды требуется затратить 170 м³ исходной воды.



Автор: И.А. ТИХОНОВ, директор
по развитию [ООО «Сарфилтр»](#) (г. Саратов)



В таких условиях предприятия, естественно, просто сбрасывают стоки установки умягчения в канализацию без всякого разбавления.

Но, как было сказано, если для предприятий с небольшим количеством стоков от системы умягчения в общем балансе это вполне допустимо, то там, где умягчение имеет существенную долю в общем балансе водопотребления, необходимо применять технологии уменьшения минерализации сточных вод путём осаждения солей.

Для того, чтобы основательно разобраться в процессе осаждения солей высокоминерализованных сточных вод установки умягчения, необходимо чётко представлять себе их химический состав и понимать, за счёт чего он формируется.

На рис. 1 представлена схема установки умягчения с обозначенным химическим составом исходной воды, умягчённой воды, регенерационного раствора и образующихся сточных вод.

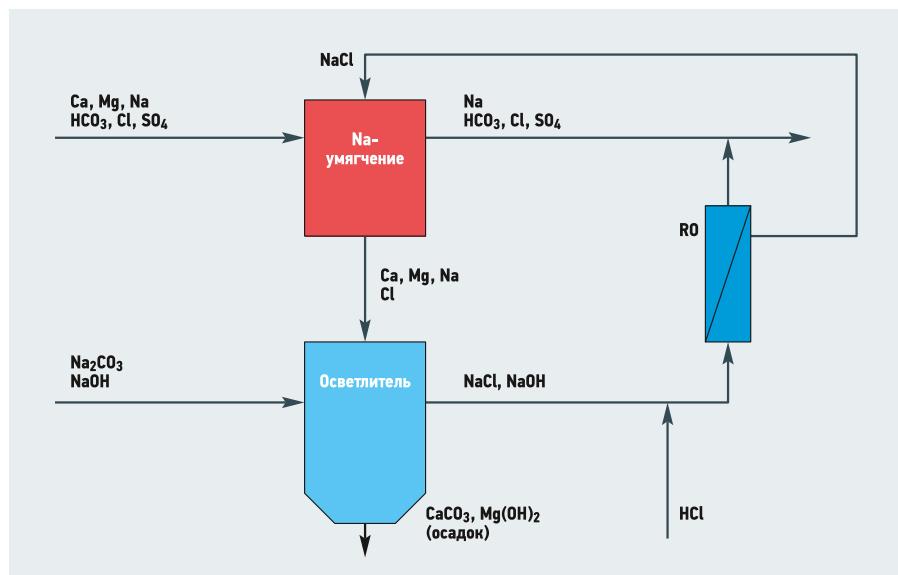
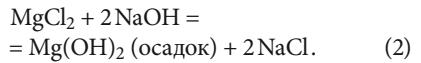
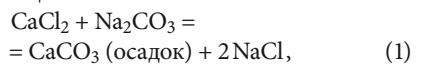


Рис. 1. Схема установки умягчения с обозначенным химическим составом исходной воды, умягчённой воды, регенерационного раствора и образующихся сточных вод

В процессе регенерации образуются сточные воды, в которых в качестве катионов содержатся Ca, Mg и Na, а в качестве анионов — только хлорид (Cl).

Получается, что в сточной воде установок умягчения содержаться три соли: CaCl_2 , MgCl_2 и NaCl .

Хлорид кальция и магния можно осадить из сточной воды, добавляя в неё техническую и каустическую соду (Na_2CO_3 , NaOH). То есть, если к данной воде добавить карбонат натрия и гидрат натрия, то будут протекать следующие химические реакции:



В результате в виде шлама будут образовываться соли карбоната кальция и гидрата магния. Взамен в обработанной таким образом сточной воде будет образовываться эквивалентное количество хлорида натрия.

Получается своего рода регенерационный цикл, из которого выводятся соли жёсткости и одновременно добавляется эквивалентное количество Na. При этом анионный состав воды никак не меняется

Теоретически полученного хлорида натрия в обработанной сточной воде будет хватать для того, чтобы провести очередную регенерацию установки умягчения воды. Поэтому сточную воду после осаждения из неё солей жёсткости можно использовать в качестве регенерационного раствора для катионита установки умягчения. Получается своего рода регенерационный цикл, из которого выводятся соли жёсткости и одновременно добавляется эквивалентное количество Na. При этом анионный состав воды никак не меняется.

Фактически мы получаем процесс, в котором в качестве соли для регенерации катионита используется не поваренная соль NaCl , а каустик (едкий натр) и сода — NaOH и Na_2CO_3 .

Технико-экономические расчёты показывают, что стоимость каустика и соды для одной регенерации меньше, чем стоимость поваренной таблетированной соли. И это при том, что происходит утилизация сточных вод. То есть сточные воды практически отсутствуют, и при этом стоимость соли для регенерации уменьшается, так как меняется её состав.

Для наглядного представления данной технологии утилизации сточных вод установки умягчения рассмотрим пример. Допустим, имеется необходимость в умягчении воды следующего состава:

- Ca — 2 мг-экв/л;
- Mg — 1 мг-экв/л;
- Na — 1 мг-экв/л;
- HCO_3 — 2 мг-экв/л;
- SO_4 — 0,5 мг-экв/л;
- Cl — 0,5 мг-экв/л.

Производительность по умягчённой воде должна быть не менее 5 м³/ч.

Рассчитаем требуемый диаметр фильтра умягчения.



Для этого необходимо найти требуемую площадь фильтрования, которую определяем путём деления часовой производительности на линейную скорость фильтрования: $5 / 25 = 0,2 \text{ м}^2$, где 25 — рекомендуемая линейная скорость фильтрования для первой ступени умягчения, м/ч. Теперь определяем диаметр фильтра:

$$D = (0,2 / 0,785) \times 0,5 = 0,5 \text{ м.}$$

На основании диаметра, равного 0,5 м, выбираем корпус фильтра типоразмером 18-65. Номинальный диаметр данного корпуса — 0,45 м.

Реальная площадь фильтрования равна $0,45 \times 0,45 \times 0,785 = 0,16 \text{ м}^2$. Высота слоя катионита в корпусе — 1,1 м. Получается, что общий объём смолы в корпусе равен $0,16 \times 1,1 = 176 \text{ л смолы}$.

Общая обменная ёмкость катионита, засыпанного в фильтр, равна:

$$176 \times 1,2 = 211 \text{ г-экв,}$$

где 1,2 — удельная обменная ёмкость 1 л смолы, г-экв/л. Фильтроцикл установки умягчения равен: $211 / (2 + 1) = 70 \text{ м}^3$.

Рассчитаем количество поваренной соли необходимой для регенерации катионита после завершения фильтроцикла:

$\text{NaCl} = 176 \times 150 = 26\,400 \text{ г}$ или $26,4 \text{ кг}$, где 150 г/л — удельный расход поваренной соли для регенерации одного литра катионита.

Рассчитаем количество требуемого регенерационного раствора с концентрацией NaCl , равной 7,4% или 80 г/л, которое составит: $26\,400 / 80 = 330 \text{ л}$. То есть для того, чтобы отрегенерировать катионит, требуется 330 л 7,4% раствора поваренной соли.

После непосредственно регенерации требуется отмыть катионит от продуктов регенерации. Для отмычки катионита используется исходная вода — на отмычку 1 л катионита требуется около 7 л исходной воды. Получается, что для отмычки 176 л катионита требуется $176 \times 7 = 1232 \text{ л}$ исходной воды. Итого на регенерацию тратится $330 + 1232 = 1562 \text{ л}$ исходной

ренная таблетированная соль используется только при проведении первой регенерации катионита.

Далее, для регенерации и одновременно утилизации сточных вод используется только техническая и каустическая сода. Та часть поваренной соли (примерно половина от общего количества), которая обеспечивает процесс ионообмена Na из регенерационного рабочего раствора на Ca и Mg , всё время остаётся в контуре и никуда не выводится. Она попадает в регенерационный контур при первой регенерации. Количество Na , замещаемого на смоле на ионы жёсткости, поступает в регенерационный контур с технической и каустической содой, при этом обеспечивая процесс шламообразования из солей жёсткости.

Можно сказать, что суммарное количество технической и каустической соды будет примерно в два раза меньше, чем количество таблетированной соли, требующейся для одной и той же регенерации. Поэтому при примерно одинаковых стоимости соды и таблетированной соли общие затраты на регенерацию будут в два раза ниже при использовании соды в условиях осаждения солей жёсткости.

Проведём примерный технико-экономический расчёт стоимости эксплуатации установки Na -катионирования воды с системой утилизации сточных вод, образующихся при процессе регенерации катионита.

Для начала используя данные выше представленного примера проведём расчёт требуемого количества технической и каустической соды для одной регенерации катионита и, соответственно, однотипного осаждения солей жёсткости.

Рассчитаем количество образующихся на катионите катионов Ca и Mg за один фильтроцикл. Доля кальция в общей жёсткости — $2 / (2 + 1) = 0,67$, отсюда $211 \times 0,67 = 141 \text{ г-экв}$; доля магния в общей жёсткости — $1 / (2 + 1) = 0,33$, поэтому $211 \times 0,33 = 70 \text{ г-экв}$. В соответствии с уравнением реакции (1) для осаждения 1 моля хлорида кальция требуется 1 моль карбоната натрия. Получаем, что для осаждения 141 г-экв хлорида кальция требуется 141 г-экв карбоната натрия, или на 70,5 моль хлорида кальция требуется 70,5 моль карбоната натрия. Тогда:

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 70,5 \times 106 = 7473 \text{ г,}$$

где 106 г/моль — молярная масса Na_2CO_3 .

Для осаждения 70 г-экв хлорида магния требуется 70 г-экв гидрата натрия, или на 35 моль хлорида магния требуется 70 моль гидрата натрия:

$$\text{NaOH} = 70 \times 40 = 2800 \text{ г,}$$

где 40 г/моль — молярная масса NaOH .

С учётом произведения растворимости необходимо добавлять техническую и каустическую соду с небольшим избытком. Окончательно примем, что для полного осаждения солей жёсткости требуется следующее количество реагентов:

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 7473 \times 1,1 = 8220 \text{ г,}$$

$$\text{NaOH} = 2800 \times 1,1 = 3080 \text{ г.}$$

Для перевода избыточного гидрата в воду с образованием хлорида натрия в сточную воду после осаждения необходимо дозировать соляную кислоту. Расход соляной кислоты будет равен избыточному количеству гидрата в сточной воде. Для данного примера на 1 моль Na_2CO_3 будет тратиться 0,5 моль HCl и на 1 моль NaOH будет тратиться 1 моль HCl . Получаем:

$$\text{HCl} = 7,05 \times 36,5 + 7 \times 36,5 = 513 \text{ г.}$$

Таким образом, общая стоимость реагентов для одной регенерации составит:

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 8220 \times 25 = 205,5 \text{ руб.,}$$

где 25 руб/кг — средняя стоимость 1 кг технической и каустической соды при оптовых закупках. 100 руб/кг — стоимость 1 кг соляной кислоты.

$$\text{NaOH} = 2800 \times 25 = 70 \text{ руб.}$$

$$\text{HCl} = 0,5 \times 100 = 50 \text{ руб.}$$

Итого стоимость реагентов для одной регенерации: $205 + 70 + 50 = 325$ руб.

Если предположить, что в сутки производится две регенерации, то общее количество регенераций в год составит 660. Таким образом, годовые затраты на реагенты составят:

$$660 \times 325 = 214,5 \text{ тыс. руб/год.}$$

Рассчитаем годовую стоимость поваренной таблетированной соли в случае, если бы регенерация проводилась таблетированной солью.

На одну регенерацию тратится 26,4 кг таблетированной соли. При средней стоимости 1 кг соли, равной 25 руб., получаем $26,4 \times 660 \times 25 = 435,6$ тыс. руб/год.

В случае очистки сточной воды при помощи соды экономия по сравнению с вариантом, где используется таблетированная соль, составляет половину. При этом отсутствуют высокоминерализованные стоки от процесса регенерации установки умягчения.

Ещё одним важным достоинством применения соды является то, что независимо от того, сколько натрия содержится в исходной воде, не будет требоваться уменьшения фильтроцикла для компенсации его влияния или увеличения расход соли на регенерацию. Потому что количество ионов жёсткости в любом случае будет выводится из воды в очень близком соотношении к стехиометрическому. При этом для обеспечения ионообмена можно поддерживать сколь угодно



но много «инертного» хлористого натрия в регенерационном контуре. Это обстоятельство позволяет экономить существенное количество соли в случае очистки воды с изначальным большим содержанием натрия, который значительно уменьшает обменную ёмкость катионита и требует большего количества соли для его регенерации.

Вернёмся к вопросу концентрирования очищенных сточных вод до 70–80 г/л. Данная минерализация раствора позволяет осуществлять регенерацию катионита. После удаления из сточной воды ионов жёсткости вода имеет концентрацию около 16–20 г/л. Необходимо сконцентрировать соли натрия в этой воде, то есть в 4,5–5,0 раз. Принципиально для этих целей можно использовать два метода — выпаривание и обратный осмос.

На первый взгляд выпаривание воды представляется более экономически предпочтительным для данной задачи получения концентрированного раствора. Но на практике соответствующее оборудование будет занимать много места и требовать постоянной эксплуатации и обслуживания. Также выпарная установка обязательно потребует теплоносителя и холодоносителя, что значительно усложняет принципиальную схему и, соответственно, автоматизацию процесса.

Для этой цели гораздо эффективнее, по крайней мере для небольших установок умягчения, использовать обратный осмос. В процессе обратноосмотического разделения воды образуется насыщенный концентрат и фильтрат с низкой минерализацией. Как правило, фильтрат является основным продуктом установки обратного осмоса. Но в данном случае именно концентрат является искомым продуктом, так как при четырёхкратном концен-

трировании исходной воды с минерализацией 20 г/л он будет содержать 80 г/л солей натрия. И именно этот концентрат используется как регенерационный рабочий раствор катионита установки умягчения. Получаемый при этом фильтрат полностью возвращается в очищенную воду, так как является высококачественной очищенной водой.

Конструктивно установка обратного осмоса представляет обычный осмос для опреснения морской воды. Из-за того, что требуется получить концентрат с минерализацией около 80 г/л, давление для процесса обратноосмотического разделения составит около 80–82 бар, что является предельно допустимым давлением для мембран типа SW. Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании подобных установок.

Основным недостатком применения обратного осмоса для этих целей является большое потребление электрической энергии для обеспечения процесса обратноосмотического разделения воды. Тем не менее, оборудование компактное, полностью автоматизированное и не требует других энергоносителей, кроме электрической энергии.

Система утилизации сточной воды на основе обратного осмоса полностью автоматизированная и не требует постоянно-го обслуживающего персонала.

Выводы

1. Утилизация сточных вод установки Na-катионитового умягчения воды путём разбавления не имеет экономического смысла, так как количество воды, потребляемое установкой, в некоторых случаях возрастает до 100 %.

2. Утилизация сточных вод установки умягчения методом осаждения солей жёсткости при помощи каустической и технической соды с последующей корректировкой соляной кислотой представляется высокоеффективным процессом, в результате которого значительно экономятся реагенты для регенерации установки умягчения и полностью отсутствуют сточные воды. В результате процесса образуется только шлам определённой влажности.

3. Применение технологии обратноосмотического обессоливания воды с целью получения концентрата насыщенного солями натрия в качестве регенерационного рабочего раствора для установки умягчения представляется довольно эффективной технологией. Данный процесс простой, полностью автоматизированный и не требующий постоянного эксплуатационного персонала. ●

Утилизация сточных вод установки умягчения методом осаждения солей жёсткости при помощи каустической и технической соды с последующей корректировкой соляной кислотой представляется высокоеффективным процессом



Techno: движение вверх

С каждым годом всё больше строительных и монтажных компаний выбирают для своих объектов конвекторы [Techno](#). Важными преимуществами продукции данного бренда считаются высокое качество и короткий срок её изготовления.

Объекты и розница

За последний год конвекторы [Techno](#) обеспечили теплом более 40 крупных объектов, среди которых жилые комплексы классов «комфорт» и «премиум» в центре Москвы: Fresh и Lucky. В планах производителя — удвоить эту цифру к концу 2021 года. Несмотря на инфляцию и дефицит материалов, завод уже за первое полугодие 2021 года увеличил рост производства конвекторов на 37 %. Запасы материалов помогают компании максимально сдерживать рост цен на продукцию, не снижая качество, и производить продукцию в короткие сроки.

Зачастую из-за больших заказов и крупных объектов страдает розница. Поэтому при пиковых сезонных нагрузках необходим большой резерв производительности. Чтобы обеспечить бесперебойное производство продукции, как для розничной реализации, так и поставок на объекты, было принято решение о расширении производственной площади предприятия. Осенью 2021 года завод [Techno](#) планирует ввести в эксплуатацию дополнительные 4000 м² площади, что позволит увеличить производственную мощность завода на 50 %, выпускать до 10 тыс. конвекторов в месяц и расширить географию поставок по России и Европе.

Качество

Расширение производства нисколько не отразится на качестве продукции, которое, как и ранее, будет отвечать всем установленным российским и международным стандартам.

Наоборот, закуплено и уже монтируется новое оборудование: лазерный станок, листогиб, дополнительная покрасочная линия, будет усовершенствован контроль за качеством продукции. На заводе постоянно проводятся гидравлические испытания, подтверждающие, что все теплообменники [Techno](#) выдерживают давление в 180 бар (!).

В июне 2021 года конвекторы [Techno](#) уже прошли повторную сертификацию ГОСТ и в очередной раз подтвердили соответствие всех своих мощностей, о чём свидетельствуют полученные сертификаты.

Забота о партнёрах

У [Techno](#) более 400 партнёров по всей России и в странах СНГ. У крупных дистрибуторов сосредоточены большие складские запасы продукции, у дилеров — запасы чуть меньше. Но и те, и другие регулярно ведут приём, отгрузку и учёт десятков тысяч товаров [Techno](#), работают с розницей, на интернет-площадках. Для удобства учёта производитель внедряет систему штрих-кодирования международного стандарта, которую планирует завершить к концу года.

Диверсификация производства

При работе с проектными решениями зачастую возникает спрос на другие виды теплового оборудования. Так родилась идея о запуске производства [тепловентиляторов](#) [Techno](#) в 2020 году. Летом 2021 года в ответ на запросы рынка компания представила модели тепловентиляторов из нержавеющей стали с защитным покрытием теплообменника для использования в условиях агрессивной среды.

К концу 2021 года ожидается выход новой линейки фанкойлов [Techno](#).

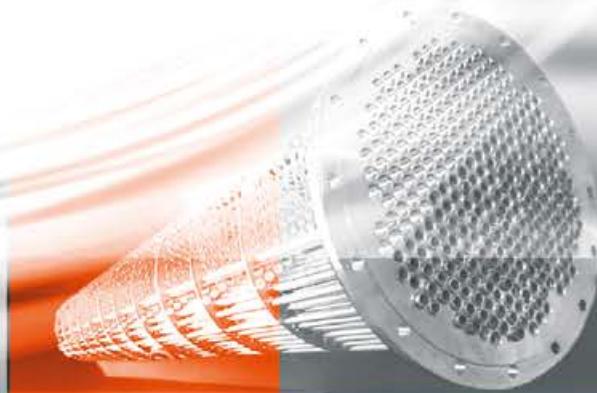
А в начале будущего года планируется презентация ещё одного нового продукта [Techno](#) — тепловых завес коммерческого назначения. В настоящее время ведутся разработки и испытания образцов. ●



Встраиваемый конвектор [Techno Vent](#)

26–28 ОКТЯБРЯ 2021
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

HEAT&POWER



**6-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ПРОМЫШЛЕННОГО КОТЕЛЬНОГО, ТЕПЛООБМЕННОГО
И ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**



Организатор



Международная
Выставочная
Компания

+7 (495) 252 11 07
heatpower@mvk.ru

Получите бесплатный
билет по промокоду
СОК21
heatpower-expo.ru

Корректировка методики испытаний отопительных приборов на тепловой поток

В статье приводится критика существующего метода испытаний отопительных приборов на номинальный тепловой поток. Рассмотрены причины, из-за которых существующая методика по ГОСТ Р 53583 является устаревшей и не обеспечивающей достаточной точности измерений. Предложены основные принципы, на основании которых следует корректировать методику с целью повышения точности измерений и сходимости результатов лабораторий, а также гармонизации с европейским стандартом EN 442-2.

Авторы: С.И. СТИЦЕНКО, заместитель генерального директора, начальник испытательной теплотехнической лаборатории, ОАО «НИТИ «Прогресс»; Д.А. ПЛОТНИКОВ, к.т.н., доцент, кафедра «Теплоэнергетика», Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова (ИжГТУ)

Вопрос корректировки существующей методики испытаний отопительных приборов неоднократно обсуждался в специализированных журналах [1]. Требования к отопительным приборам в России регламентируются двумя ГОСТами: ГОСТ 31311 «Приборы отопительные. Общие технические условия» и ГОСТ Р 53583 «Приборы отопительные. Методы испытаний». Если ГОСТ 31311 нужен, чтобы обеспечить безопасность отопительных приборов, то ГОСТ Р 53583 определяет главную конкурентную характеристику отопительных приборов — их тепловую мощность.

Результаты, полученные с помощью методов испытаний по ГОСТ Р 53583, ложатся в основу конкурентной борьбы на рынке отопительных приборов. Исходя из этого формируется главное требование к испытательной методике — результаты, полученные в результате испытаний радиаторов различной конструкции, моделей, марок, должны быть сопоставимы между собой!

Это означает, что испытания отопительных приборов должны производиться при одинаковых условиях, а подбор моделей для испытаний — обеспечивать сравнимость результатов. Например, известно [2], что если испытать один и тот же секционный радиатор из шести и из десяти секций, то при пересчёте на секцию вы получите результаты, отличающиеся более чем на 5 %.

Это объясняется тем, что зависимость тепловой мощности радиатора не пропорциональна длине или количеству секций, как записано в п. 7.4.2 ГОСТ Р 53583–2009 (аналогично в EN 442-2), а линейна, поскольку все отопительные приборы имеют теплоизлучающие поверхности

Результаты, полученные с помощью методов испытаний по ГОСТ Р 53583, ложатся в основу конкурентной борьбы на рынке отопительных приборов. Главное требование к испытательной методике — результаты испытаний радиаторов различной конструкции, моделей, марок, должны быть сопоставимы между собой

сти, не изменяющиеся пропорционально длине. Для секционных радиаторов это наружные боковые поверхности секций, теплообмен которых существенно отличается от боковых поверхностей, обращённых внутрь радиатора. Для стальных панельных радиаторов это поверхности фитингов, торцевые поверхности панелей или боковые панели радиаторов [3]. Для отопительных конвекторов это не сорёбренные участки труб. Для каждого модельного ряда величина тепловой мощности, не изменяющаяся пропорционально длине, имеет конкретное значение.

В действующей версии ГОСТ Р 53583, в соответствии с п. 5.1.1, при отборе приборов для проведения испытаний следует брать радиаторы в диапазоне мощности 800–1200 Вт. В реальности это приводит к тому, что при проведении каталожных/определительных испытаний для модельного ряда в разных лабораториях можно получить различные зависимости тепловой мощности от длины, манипулируя мощностью отопительного прибора, отобранным для испытания.

Наглядно это показано на рис. 1, сделанном по результатам определительных испытаний панельного радиатора тип 10.

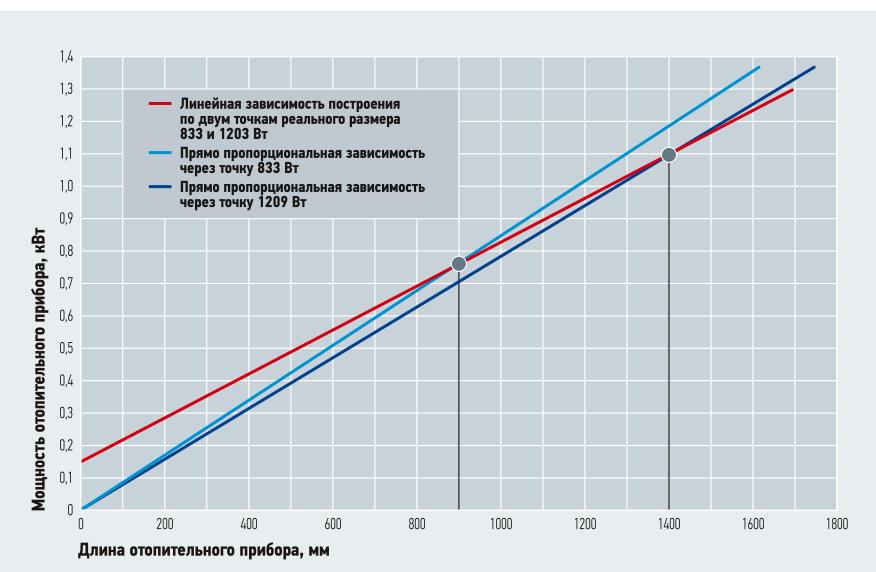


Рис. 1. Изменение каталожных данных в зависимости от мощности отопительного прибора

Видно, что прямо пропорциональные зависимости, построенные на точках, отражающих мощности на краях допустимого диапазона мощностей испытываемых радиаторов, заметно отличаются друг от друга, особенно с увеличением длины. При этом значения тепловой мощности на коротких радиаторах существенно ниже реальных — на 8–15%. В ходе проведения сертификационных испытаний мы неоднократно сталкивались с проблемой: если для сертификации отобраны короткие модели, то, как правило, их тепловой поток оказывается выше заявленного более чем на 5%. Из вышеизложенного следует, что ограничение испытываемых радиаторов по мощности приводит к несопоставимости получаемых результатов, а при испытаниях коротких моделей возникают недопустимые отклонения от заявленных значений.

Европейские специалисты решили эту проблему достаточно просто. В [EN 442-2](#) п. 4.2.1.3 и [EN 16430-2](#) п. 4.1.1 они установили минимальную длину испытываемого радиатора (конвектора) и приняли, как и мы, что зависимость тепловой мощности от длины прямо пропорциональна, но в качестве критерия отбора был взят линейный размер (количество секций): секционные радиаторы — десять секций или длиной не менее 0,8 м; радиаторы — длина 1 м; длина оребрения конвекторов — 1 м; конвекторы, встраиваемые в пол (длина оребрения — 2 м); длина оребрения конвекторов с вентиляторным обдувом — 1 м; длина оребрения для цокольных конвекторов — 3 м; многосекционные радиаторы высотой более 1 м (длина — 0,45 м).

Соответственно, на определительные, сертификационные, подтверждающие соответствие испытания отбираются приборы вышеуказанных размеров, и по ним определяется или подтверждается тепловая мощность отопительных приборов всего модельного ряда. Стандарт [EN 442-2](#) допускает проведение испытаний на радиаторах большей длины, но это невыгодно производителям, так как при приведении тепловой мощности к модулю отопительного прибора (секции) полученная мощность будет меньше, чем мощность, измеренная на радиаторах вышеуказанных длины.

А вот при определении зависимости тепловой мощности от высоты определяется реальная линейная зависимость, которая строится на основании:

- для радиаторов $1,0 \leq H \leq H_{\text{мин}}$, $H_{\text{ср}}$ и $H_{\text{макс}}$ (то есть отопительный прибор минимальной, средней и максимальной высоты);
- для радиаторов $1,0 < H \leq 2,5$ м это $H_{\text{мин}}$, $H_{1/3}$, $H_{2/3}$ и $H_{\text{макс}}$ (то есть отопительный прибор: минимальной высоты; высотой в $1/3$ и $2/3$ от максимальной; и максимальной высоты).

Такой подход позволяет получать сопоставимые результаты испытаний по определению теплового потока, что особенно важно для обеспечения честной конкуренции.

Применение такого метода отбора образцов в России требует изменения требований к проведению испытаний. Дело в том, что образцы длиной 1 м или десять секций, как правило, излучают мощность более чем 1,2 кВт, и она может достигать при тепловом напоре $\Delta t = 70^{\circ}\text{C}$ до 5 кВт. Например, панельный радиатор 33-900-1000 имеет мощность более 4,5 кВт. В рамках действующего ГОСТ Р 53583 можно провести эти испытания только на пониженных тепловых напорах и пересчитать их на тепловой напор 70°C . Но результаты, полученные таким способом, иметь погрешность $\pm 2\%$ и выше по сравнению с результатами, полученными на реальном напоре 70°C .



Фантастическая тройка

приборов для настройки и диагностики систем отопления и тепловых насосов

- Смарт измерения
- Турбо анализ
- Лёгкое документирование

В европейских стандартах для решения проблемы испытаний радиаторов (конвекторов) в диапазоне мощностей от 200 до 3500 Вт сделано ниже следующее.

1. Величина номинального теплового потока принята на уровне теплового напора 50 °C. В результате этого:

а) Становится возможным почти в полтора раза уменьшить тепловую мощность испытываемых радиаторов по сравнению с мощностью, получаемой от этих же радиаторов при тепловом напоре 70 °C.

б) Появляется вторичный эффект: становится возможным использовать «водяной» метод путём взвешивания, который реализуется при нормальном атмосферном давлении. При температурном напоре 70 °C реализация «водяного» ме-



2. В европейском EN 442-2 при испытаниях стены могут охлаждаться до гораздо более низких температур по сравнению с испытаниями, проводимыми по ГОСТ Р 53583-2009. Это объясняется

тем, что в действующем ГОСТ Р наложено ограничение на разницу температур стен и воздуха в испытательной камере 4 °C, и, соответственно, при температуре воздуха 18,5 °C (воздух в камере $20 \pm 1,5$ °C) температура стен не может быть ниже 14,5 °C. Причин, по которым наложено данное ограничение, две:

- **первая** — создание условий, приближённых к условиям эксплуатации, в соответствии с требованиями свода правил СП 50.1333.0.2012, где оговорена разница между температурами стен и воздуха;
- **вторая** — ограничение погрешности от различного радиационного теплообмена при испытаниях в камерах различных размеров.

Действующий ГОСТ Р 53583 позволяет проводить испытания в камерах со следующими размерами и допусками: $3,4 \pm 0,6$ м, $3,4 \pm 0,6$ м, $2,8 \pm 0,3$ м. Разница температур охлаждаемых стен, которая может возникнуть при испытаниях одного и того же прибора при выходе на стационарный

тода путём взвешивания практически не- осуществима, ведь приходится нагревать воду до температуры 95 °C и выше, что находится вблизи точки кипения, а это делает невозможным поддерживать температуру на входе в радиатор (конвектор) с точностью $\pm 0,1$ °C. По европейскому методу испытания проводятся при температуре на входе в радиатор 85 °C, что существенно ниже точки кипения, и такие проблемы не возникают.



режим в камерах минимального и максимального размера, достигает 3–4 °C. Увеличение мощности испытываемого прибора приведёт к увеличению разности температур более чем на 4 °C в камере минимального размера. Согласно [4], разница температур стен в 1 °C приводит к разнице в результатах испытаний в $\pm 0,5$ % для однопанельных радиаторов.

Соответственно, разница в 4 °C даст ошибку 2 % для однопанельных радиаторов и от 1–1,4 % — для остальных видов радиаторов, в зависимости от доли радиационной составляющей, свойственной конкретному виду отопительного прибора. Выход за пределы ограничения по мощности приводит к увеличению расхождения результатов испытаний, проведённых в испытательных камерах разного размера, более чем на 2 %.



3. Максимальное использование площади охлаждаемых поверхностей. В европейском стандарте не используется утепление стен, но, в связи с этим, прибор располагается у неохлаждаемой стены. Однако у такого решения есть обратная сторона: оно требует одинаковых размеров испытательных камер для исключения влияния на радиационную составляющую изменяющихся угловых коэффициентов из-за удаления или приближения охлаждаемых поверхностей. В действующем ГОСТ Р 53583 прибор располагается у охлаждаемой стены, утеплённой на высоту 1 м. Это снижает площадь охлаждаемых поверхностей на 10,75 % для камер минимальных размеров и на 8,3 % — для камер максимальных размеров.



Для чего делается утепление заприборной части камеры?

a) Исключение влияния теплообмена с охлаждаемой поверхностью, который будет разным при испытаниях радиаторов различной мощности, а также разным при испытаниях радиаторов в камерах различных размеров вследствие разной температуры стен, необходимой для достижения стационарного состояния. При испытаниях одного и того же радиатора в камере минимальных размеров при достижении стационарного состояния температура стен будет ниже, чем в камере максимальных размеров. В европейском EN 442-2 эта проблема закрывается единством размеров камеры.

б) Авторы ГОСТ объясняют это желанием создать условия реальной эксплуатации, моделированием реального помещения с установкой прибора отопления под подоконником. Однако такое решение создаёт проблемы с испытаниями отопительных приборов, которые не устанавливаются под окно. Это отопительные приборы высотой более 800 мм, верхний край которых оказывается на уровне верхнего края утепления и выше. Результаты испытаний таких приборов не вписываются в линейную зависимость тепловой мощности от высоты, а оказываются существенно выше расчётной. То же самое касается и внутрипольных конвекторов — утепление стены существенно снижает их тепловую мощность.

Отказ европейского стандарта от моделирования реальных условий эксплуатации радиаторов обеспечивает сопоставимость результатов испытаний радиаторов любой высоты, а для внутрипольных конвекторов прописаны особые условия проведения испытаний, отражающие условия их эксплуатации, поскольку они не имеют радиационного теплообмена с охлаждаемой стеной.

4. С целью повышения мощности испытываемых в европейском стандарте допускается охлаждение пола. Но это возможно только при идентичности размеров испытательных камер.

Как итог этих мероприятий, европейский стандарт EN 442-2 позволяет испытать в одинаковых исходных условиях радиаторы (конвекторы) при пересчёте на тепловой напор 70°C в диапазоне от 300 до 5250 Вт, чего в большинстве случаев достаточно для испытаний отопительных приборов вышеупомянутой нормативной длины. При этом неопределенность измерений, судя по данным сообщества аккредитованных лабораторий, составляет менее 1 %.

При «водяному» методе погрешность измерения связана с точностью применяемых термометров, которая соотносится с перепадом температур на входе и выходе из прибора

Отдельно следует остановиться на выборе «водяного» или «электрического» метода измерения теплового потока отопительного прибора. Нет смысла говорить, какой метод лучше. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. «Водяной» метод хорош тем, что является прямым способом измерения и обеспечивает высокую точность, особенно — методом взвешивания. Недостатком является то, что высокая точность измерения обеспечивается в узком диапазоне расхода теплоносителя 20–120 кг/ч. В европейском EN 442-2 этот недостаток обходится за счёт создания и строгого поддержания разницы температур на входе и выходе из радиатора — 10°C. Соответственно, основным недостатком «водяного» метода является невозможность определить с достаточной точностью зависимость тепловой мощности от расхода теплоносителя в диапазоне выше 120 кг/ч. Для производителей конвекторов, тепловая мощность которых существенно зависит от расхода теплоносителя, эта характеристика очень важна. «Электрический» метод свободен от этого недостатка, потому что тепловую мощность мы получаем посредством замера электрической мощности, потребляемой электрокотлом нагревательного контура.

При «водяному» методе погрешность измерения связана с точностью применяемых термометров, которая соотносится с перепадом температур на входе и выходе из прибора, а перепад температур связан с расходом теплоносителя через прибор. И чем больше расход теплоносителя через последний, тем меньше этот перепад, а погрешность измерения температуры вряд ли может быть измерена с точностью выше $\pm 0,04^\circ\text{C}$ (это два термометра с точностью $\pm 0,02^\circ\text{C}$); погрешность измерения на мощностях от 800 до 1300 Вт может достигать 5–6 %.



Погрешность измерения электрической мощности котла определяется погрешностями вольтметра и амперметра (для котла на постоянном токе) или ваттметра (для котла на переменном токе), для которых обеспечение точности измерения $\pm 0,1\%$ или $\pm 0,2\%$, соответственно, не является технической сложностью.

Но у «электрического» метода есть своя «ахиллесова пята». При измерении электрической мощности на клеммах котла мы измеряем мощность, которая ушла на нагрев испытываемого отопительного прибора, а также на тепловые потери подводок и самого котла. В п. 4.4.3 дано указание: «Тепловые потери в рабочем диапазоне температурного напора определяются с помощью короткой, хорошо изолированной перемычки, тепловые потери, которой известны, устанавливающей вместо испытуемого отопительного прибора».

В EN 442-2 это требование звучит следующим образом: «Потери тепла определяются при испытании короткозамкнутого контура в диапазоне рассматриваемых температурных напоров (вместо радиатора устанавливается теплоизолированная перемычка с известной теплоподачей)».

Мы видим, что предлагаемые методы измерения тепловых потерь практически ничем не отличаются. Однако на практике возникает проблема — где взять теплоизолированную перемычку известной мощности. Электрическим способом её не измерить, так как неизвестны её тепловые потери, «водяным» методом её тоже нельзя измерить, поскольку перепад температур на входе и выходе из перемычки будет слишком малым, чтобы измерить её с достаточной точностью. На практике подводящий и отводящий теплоноситель патрубки соединяют через ниппель, считая, что тепловые потери через него составляют не более 5 Вт. Но определённые таким образом потери теплового контура приводят к следующему результату — при испытаниях отопительных приборов «электрическим» и «водяным» методами результаты не совпадают. Расхождение составляет до 10%. Однозначного объяснения этому явлению на сегодняшний день нет. Однако известно, что «электрический» метод европейскими лабораториями не используется.

Как вариант решения этой проблемы, для определения тепловых потерь можно использовать радиатор, мощность которого измерена «водяным» методом, но действующий сегодня ГОСТ Р 53583 не даёт такой возможности, так как использование расхода теплоносителя 360 кг/ч делает «водяной» метод неприменимым



из-за высокой погрешности по причинам, изложенным выше. В лучшем случае можно измерить мощность радиатора «водяным» методом на расходе, например, 90 кг/ч, а потом применить некую расчётную зависимость тепловой мощности от расхода. Но вопрос учёта погрешности данной зависимости также не решён.

В этой ситуации напрашивается только один вывод: для равноправного использования «водяного» и «электрического» методов необходимо уменьшить номинальный расход теплоносителя, сделав его не более 120 кг/ч. Здесь, чтобы не «изобретать велосипед», на мой взгляд, было бы правильно использовать «водяной» метод, поскольку он изложен в EN 442-2.

В идеале по всем вышеперечисленным пунктам необходимо принять нормы, изложенные в EN 442-2. Это заложило бы основу для сходимости результатов разных лабораторий

Это позволило бы:

- иметь «электрический» метод, результаты испытаний по которому совпадали бы с результатами «водяного» метода;
- появляется возможность получать высокоточную реальную зависимость теплового потока от расхода теплоносителя.

Подводя итог вышесказанному: если принятием ГОСТ Р 53583 мы искренне преследуем цель обеспечить равноправ-



ную и честную конкуренцию на рынке отопительных приборов, мы должны принять следующие решения:

- а) при отборе приборов на испытания мы должны отказаться от критерия мощности, а использовать конкретные линейные размеры отопительных приборов;
- б) габаритные размеры испытательных камер должны быть одинаковыми;
- в) не должно быть ограничений на температуру стен в испытательных камерах;
- г) площадь охлаждаемых поверхностей в камерах должна быть одинаковой;
- д) необходимо снизить номинальный тепловой поток до $\Delta t = 50^\circ\text{C}$;
- е) необходимо установить номинальный расход теплоносителя аналогично тому, как это сделано в EN 442-2.

В итоге нужно понимать, что как «водяной» метод не может существовать без «электрического» (поскольку невозможно определять зависимость тепловой мощности от расхода в диапазоне расходов от 20 до 400 кг/ч), так и «электрический» метод не может существовать без «водяного» метода (так как без него нельзя правильно определить тепловые потери контура посредством эталонных радиаторов и невозможно создать систему эталонных радиаторов).

В идеале по всем вышеперечисленным пунктам необходимо принять нормы, изложенные в EN 442-2. Это заложило бы основу для сходимости результатов, получаемых в разных российских лабораториях, и обеспечило бы прослеживаемость результатов измерений европейских лабораторий. При этом нас не должны беспокоить сегодняшние возможности существующих лабораторий. Мы должны понимать, что в результате принятия новой версии ГОСТ Р 53583 производители должны получить возможность для честной конкуренции на рынке Российской Федерации и не только на нём. А испытательные лаборатории — это только инструмент, с помощью которого это достигается. Испытательным лабораториям необходимо предоставить разумное время для проведения модернизации, то есть некий переходный период. ●

1. Сасин В.И., Бершидский Г.А., Прокопенко Т.Н., Швейцов Б.В. Действующая методика испытаний отопительных приборов — требуется ли корректировка? // АВОК, 2007. №4. С. 46–48.
2. Стыценко С.И., Плотников Д.А. К вопросу о зависимости теплового потока секционного отопительного прибора от количества секций // Журнал СОК, 2019. №8. С. 36–37.
3. Плотников Д.А. Повышение точности каталожных испытаний стальных панельных радиаторов // Журнал СОК, 2021. №4. С. 43–45.
4. Бершидский Г.А., Поз М.Я. Некоторые вопросы методики теплотехнических испытаний отопительных приборов // Сб. трудов НИИсантехники, 1970. №31.



www.fondital.com



fondital



fondital_ru

ВЫБИРАЙТЕ НОВУЮ ЛИНЕЙКУ PLUS!!



ANTEA PLUS

CTFS - CTN
RBTFS - RTFS

Доступны следующие версии:

24

40

FORMENTERA PLUS

CTFS - CTN - RBTFS
RBTN - RTFS - RTN

Доступны следующие версии:

24

28

32

MINORCA PLUS

CTFS - CTFS CU
CTN CU

Доступны следующие версии:

9

11

13

15

18

24

**ПРОГРАММА FONDITAL LEAGUE:
НАГРАЖДАЕМ ЛУЧШИХ МОНТАЖНИКОВ
ПРОДУКЦИИ FONDITAL**

fondital
League





Fondital и российский рынок

Fondital — итальянская компания, основанная в 1970 году, утвердила на мировом уровне как лидер по производству систем отопления, предлагающая различные отопительные решения по котлам и радиаторам.

На протяжении 50 лет с момента основания Fondital всегда проявляла большой интерес к зарубежным рынкам и, в частности, к российскому, на котором полноценно работает уже 30 лет. Компания сумела установить прочные коммерческие отношения с дистрибуторами и региональными администрациями по всей России.

Это стремление подтверждается строительством первой производственной площадки Fondital в Липецкой области.

Завод был открыт в 2019 году, занимает общую площадь 100 тыс. м² и является предприятием по производству всего ассортимента литых под давлением радиаторов, а также настенных котлов, внедряет культуру Made in Italy в стандарты «Сделано в России», применяя те же методы производства, качество и этапы обработки, которые присущи итальянским предприятиям.

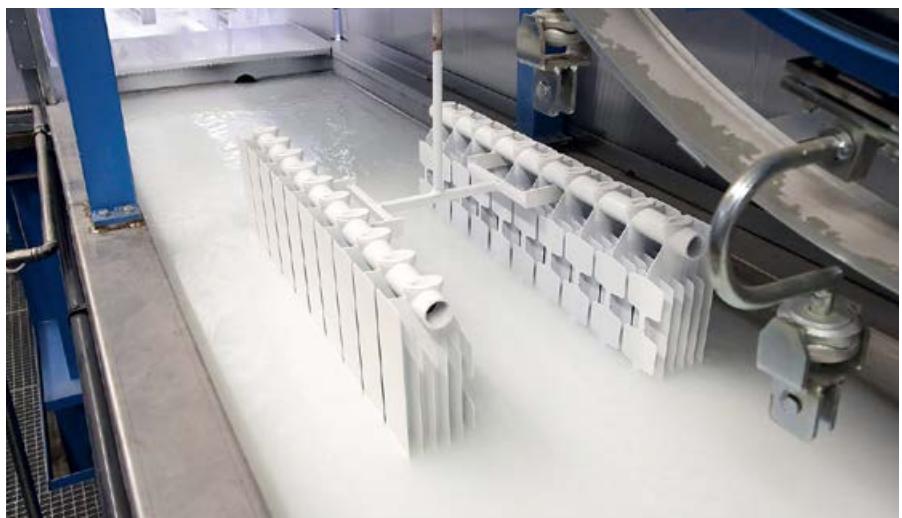
Цель компании Fondital состоит в том, чтобы продолжать удовлетворять различные потребности клиентов, всегда предлагая качественные решения. По этой причине, помимо отопительной техники, компания также предлагает полное предпродажное и послепродажное обслуживание, благодаря сети технических специалистов и профессионалов своего дела,

работающих по всей территории Российской Федерации, готовых поддержать клиента в любой момент.

Кроме того, благодаря складам, расположенным также в Москве и Санкт-Петербурге, сроки отгрузки и доставки продукции сокращаются, что упрощает весь логистический процесс и доступность продукции.

Для Fondital быть инновационной компанией, готовой поддерживать новые возможности, является важной прерогативой, и именно по этой причине в этом году во время выставки «Иннопром» в Екатеринбурге было подписано трёхстороннее соглашение между Fondital, администрацией Липецкой области и представителями особой экономической зоны промышленно-производственного типа (ОЭЗ ППТ) «Липецк».

Первая производственная площадка Fondital в Липецкой области была открыта в 2019 году, она занимает общую площадь 100 тыс. м² и является предприятием по производству всего ассортимента литых под давлением радиаторов, а также настенных котлов



Линия окраски радиаторов в производственном комплексе Fondital в Липецкой области



Главное здание производственного комплекса [Fondital](#) в Липецкой области

Данное соглашение ознаменует новый этап строительства литейного цеха, инвестиции в который составят 741 миллион рублей, что ещё раз свидетельствует о приверженности компании [Fondital](#) российскому рынку.

ским рынком, гарантируя качество и пунктуальность в предоставлении услуг и твёрдую веру в будущее, полное общих целей и задач благодаря сотрудничеству с историческими партнёрами и инвестициям в качество «Сделано в России».

Fondital отличается своей инновационной и передовой продукцией, и, чтобы удовлетворить многочисленные потребности рынка, компания запустила новую линейку котлов серии [Plus](#), доступных в моделях [Antea](#), [Formentera](#) и [Minorca](#)

Благодаря установке новых циркуляционных насосов разной мощности — одно- или трёхскоростного — со встроенным воздухоотводчиком, а также вследствие снижения минимальной мощности для ограничения количества включений/выключений, модель стала более высокопроизводительной, отвечающей любым потребностям.

Модели [Formentera Plus](#) представлены в версиях: [CTN](#) — с натуральной тягой, [CTFS](#) — с принудительной тягой, [RBTN](#) —



Настенный котёл серии [Antea Plus CTN](#)



Настенный котёл серии [Formentera Plus CTN](#)



Настенный котёл серии [Minorca Plus CTN](#)

Амбициозный проект является частью стратегии компании по завоеванию российского рынка, в рамках которой в 2019 году был открыт завод в Липецке. Производственная мощность завода составляет 5 млн секций радиаторов и 30 тыс. настенных котлов в год, с использованием технологий и оборудования последнего поколения, обеспечивающих качество и эффективность продукции.

Открытие литейного производства позволит усилить контроль над качеством сырья, что сделает производство ещё более надёжным и создаст около 60 новых рабочих мест, которые добавятся к уже имеющимся 60 местам.

Данное соглашение представляет собой следующий шаг в долгосрочном сотрудничестве между [Fondital](#) и россий-

Новая линейка котлов: серия [Plus](#)

Помимо качественных услуг, [Fondital](#) отличается своей инновационной и передовой продукцией, и, чтобы удовлетворить многочисленные потребности рынка, компания запустила новую линейку котлов серии [Plus](#), доступных в моделях [Antea](#), [Formentera](#) и [Minorca](#).

Утончённый дизайн в сочетании с высоким качеством делают новую линейку продукции, на 100% произведённой в России, ещё более эффективной и идеальной для удовлетворения любых потребностей клиентов.

В частности, что касается котлов линейки [Antea Plus](#), то они доступны в версиях [CTFS](#), [CTN](#) и [RBTFS](#) мощностью 24 и 40 кВт с принудительной или естественной тягой или только для отопления.

с натуральной тягой только для отопления и [RBTFS](#) — с принудительной тягой только для отопления с возможностью подключения внешнего бойлера. Эти модели оснащены инновационным ЖК-дисплеем и новым трёхскоростным циркуляционным насосом со встроенным воздухоотводчиком, чтобы максимально облегчить настройку котла.

Наконец, модели [Minorca Plus CTN](#), с натуральной тягой и [CTFS CU](#) с принудительной тягой с мгновенным производством горячей воды, характеризуются полностью новым внешним видом и наличием односкоростного циркуляционного насоса со встроенным воздухоотводчиком; кроме того, предусмотрено удалённое подключение и управление, где бы ни находился пользователь.



De Dietrich: 20 лет на российском рынке

Бренд De Dietrich известен в нашей стране больше века. Автомобили под марками De Dietrich и Lorraine-Dietrich были представлены в Российской империи, а упоминание водогрейных котлов можно встретить в советском учебнике 1930-х годов «Отопление и вентиляция» профессора Б. М. Аше. На протяжении многих лет De Dietrich поставляет в Россию промышленные водогрейные котлы, автоматику и другое оборудование для котельных. В этом году исполнилось 20 лет с момента открытия российского представительства De Dietrich Thermique SAS, а значит и официального присутствия компании на российском рынке. За эти годы значительно расширился спектр поставляемого оборудования, а также предоставляемых отечественным заказчикам сервисов.

С 2009 года на базе Ивановского государственного энергетического университета (ИГЭУ) действует Учебный центр De Dietrich, в котором не только обучаются студенты вуза, но и повышают квалификацию опытные специалисты. В Учебном центре представлен весь спектр продукции De Dietrich.

На сегодняшний день De Dietrich входит в один из крупнейших мировых производственных холдингов BDR Thermea Group, представленный в РФ торговым подразделением ООО «БДР Термия Рус» с широкой сетью дистрибуторов и сервисных центров. На складах компании постоянно доступны все основные виды продукции De Dietrich и BAXI, включая котлы и водонагреватели промышленных серий. Поставки осуществляются с заводов Группы во Франции, Нидерландах, Италии и Турции. В последние годы в ассортименте появляются также модели российского производства.

Рассмотрим основные виды оборудования и сферу их применения в различных проектах.

Теплогенераторные и небольшие котельные

Оборудование: настенные конденсационные котлы AMC Pro и MCA Pro 160 максимальной единичной мощностью 160 кВт.

Для проектов с теплогенераторными до 360 кВт или небольших котельных схожих мощностей чаще всего применяются каскадные решения с настенными конденсационными котлами AMC Pro 45, 65, 90, 115, а также MCA Pro 160. Эти модели укомплектованы продвинутой каскадной автоматикой с возможностью управления несколькими контурами и погодозависимым регулированием.

Максимальная мощность котла в высокотемпературном режиме (80/60 °C) составляет 152,1 кВт, что позволяет расширить область их применения и до более мощных объектов — свыше 1 МВт.

Тем не менее, самыми распространёнными являются каскады из двух-четырёх котлов. Очень часто они комплектуются фирменными каскадными системами LV и LW, состоящими из монтажной рамы,



❖ Каскадная установка на основе настенных конденсационных газовых котлов серии AMC Pro



Теплогенераторные установки HeatBox шкафного типа на основе котлов серии [AMC Pro](#)

коллекторов, насосов, необходимой запорно-регулирующей арматуры, и позволяющими осуществить обвязку за считанные часы.

Удачным вариантом комплектации является каскад [MCA Pro 160](#) + [AMC Pro 115](#) + [AMC Pro 115](#), позволяющий реализовать самую мощную теплогенераторную 359,9 кВт.

На базе настенных конденсационных котлов [De Dietrich](#) партнёрами разрабатываются и поставляются готовые изделия — теплогенераторные установки (ТГУ) шкафного или контейнерного типа. Такой вариант во многих случаях удобен заказчикам не только с точки зрения оптимизации строительного процесса, но и в плане согласования проектной документации и сдачи объекта.

Крышные котельные

Оборудование: напольные конденсационные котлы [C 340](#), [C 640](#) максимальной единичной мощностью 1300 кВт.

В 2018 году вступил в силу свод правил СП 373.1325800.2018, установивший требования к проектированию автономных

источников теплоснабжения, включая крышные котельные. Согласно данному нормативу, к котлам, установленным на крыше здания, предъявляются требования по удельному весу, уровню шума и разборности конструкции. Этим условиям в полной мере соответствуют на-

стенные и напольные конденсационные котлы [De Dietrich](#).

С этого года в крышных котельных в основном монтируются напольные модели серии [C 340](#) и [C 640](#), пришедшие на смену предыдущему поколению [C 330 Eco](#), [C 630 Eco](#). Они укомплектованы самой современной автоматикой [Diematic Evolution](#), которая на данный момент устанавливается не только на напольное, но и на настенное оборудование.

Серия [C 640](#) представляет собой котельную установку с двумя теплообменниками, двумя горелками и двумя блоками управления под одним кожухом, а также выходом на общий дымоход. Благодаря такой конструкции, эта модель позволяет существенно экономить место, при этом обеспечивая резервирование мощности и удовлетворяя требованию по бесперебойности работы даже при установке одного котлоагрегата. При этом установка четырёх-пяти котлов позволяет



Крышная котельная в Рязани на основе котлов [C 630 Eco](#) с автоматикой [Diematic Evolution](#)



Крышная котельная в городе Егорьевске (Московская область) с котлом [C 630 Eco](#), оборудованном самой современной автоматикой [Diematic Evolution](#)

достигать мощности 5–6 МВт. С расширением допустимой для крышных котельных мощности до 5 МВт для жилых зданий и 10 МВт для общественных зданий такие решения становятся всё более распространёнными.

Секционный теплообменник, лёгкая рама и колёски для транспортировки делают оборудование [De Dietrich](#) максимально удобным на стадии монтажа или демонтажа и полностью ремонтопригодным во время эксплуатации.

При использовании конденсационных котлов значительно снижаются эксплуатационные издержки за счёт высокого КПД (до 109 %) и низкого потребления электричества (благодаря специальной горелке и низкому гидравлическому сопротивлению теплообменника).

Встроенные, пристроенные и отдельно стоящие индивидуальные котельные

Оборудование: чугунные котлы [GT 330](#), [GT 430](#), [GT 530](#) и стальные котлы [САВК](#), [САВК Plus](#). Максимальная единичная мощность чугунных котлов — 1365 кВт, стальных котлов — 2900 кВт.

Наиболее массовым видом оборудования при строительстве пристроенных и отдельно стоящих котельных являются стальные жаротрубные котлы. На сегодняшний день в России с такими котлами торговой марки [De Dietrich](#) реализованы объекты мощностью до 12 МВт. Для этого типа оборудования допустима температура теплоносителя до 105°C, а мак-



● Котельная в городе Киржаче (Владимирская область) на основе стальных котлов серии [САВК](#)



● Стальные котлы серии [САВК](#) в киржачской котельной

симальное рабочее давление составляет 4 и 5 бар в зависимости от модели. По запросу возможно специальное исполнение для работы с давлением до 8 бар. Котлы комплектуются автоматикой [Diematic-m3](#), а также наддувными газовыми или жидкотопливными горелками [De Dietrich](#) или сторонних производителей.

В случае повышенных требований к надёжности применяются котлы с чугунным теплообменником. При условии регулярного обслуживания ресурс работы такого оборудования может достигать 50 лет. Как и в случае с напольными конденсационными моделями, эти теплообменники имеют разборную секционную

конструкцию. Котёл может собираться в существующем здании и идеально подходит для реконструкции котельных.

Квартальные котельные

Оборудование: стальные котлы СА R (новинка) максимальной единичной мощностью 7000 кВт.



Осенью 2021 года [De Dietrich](#) расширяет линейку промышленных водогрейных котлов и начинает поставки новой серии СА R с диапазоном мощности до 7000 кВт. Конструкция новинки разработана с учётом опыта ведущих европейских производителей и потребностей российского рынка. Это первый котёл [De Dietrich](#), который будет выпускаться в России на современной производственной площадке, имеющей подтверждение стандарта качества ISO 9001. Благодаря близости к российским потребителям срок поставки оборудования будет значительно снижен. В то же время новая продукция будет соответствовать подходу и стандартам [De Dietrich](#), включая внешний вид котлов и использование фирменной автоматики [Diematic-m3](#). Новинку будут отличать высокие рабочие характеристики: КПД не ниже 92 %, максимальная температура 115°C, рабочее давление до 6 бар, что позволит применять данные модели на промышленных предприятиях и в проектах, связанных с теплосетями. Начало поставок — сентябрь-октябрь 2021 года. ●



● Котельная в Волгограде на основе чугунных котлов [GT 530](#) с автоматикой [Diematic-m3](#)

De Dietrich

СОВЕРШЕННЫЙ КОМФОРТ



ИДЕАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ

- ◆ ЧАСТНЫХ ДОМОВ
- ◆ ПОКВАРТИРНОГО ОТОПЛЕНИЯ
- ◆ КРЫШНЫХ КОТЕЛЬНЫХ
- ◆ БИЗНЕСА

ШИРОКИЙ
МОДЕЛЬНЫЙ РЯД

КОМФОРТ МОНТАЖА
И ЭКСПЛУАТАЦИИ

КАЧЕСТВЕННАЯ
СЕРВИСНАЯ ПОДДЕРЖКА



ООО "БДР Термия Рус"
129164, г. Москва,
Зубарев пер, 15/1, офис 309
8 800 333 17 18
info@dedietrich.ru
dedietrich.ru



20
ЛЕТ
В РОССИИ

E.C.A. – прогресс и развитие

Обладая 65-летним опытом работы на рынке оборудования для отопления и строительства, E.C.A. является одним из ведущих брендов в отрасли, который включает в себя самые разные категории продукции — от систем центрального и индивидуального отопления до арматуры для кухонь и ванных комнат, от систем клапанов до керамической сантехники.

Мы обсудили исследования и разработки, экологичный дизайн и энергоэффективность продукции E.C.A., которая продолжает активно развиваться на мировых рынках, с генеральным директором компании Eleks («Элекс») Дыш Тиджарет А.Ш. (Diş Ticaret A.Ş.). Компания «Элекс» является официальным представителем E.C.A. на внешних рынках.

● Не могли бы вы рассказать нам об исследованиях и разработках вашей компании, ваших производственных технологиях и местонахождении вашего научно-исследовательского центра, который отвечает на запросы потребителей?

Д.Т.: Как и E.C.A., мы никогда не отступали от наших принципов. Мы придаём большое значение человеческому фактору, устойчивому развитию мира и здоровью поколений. Сохраняя этот приоритет, мы следим за развитием и разрабатываем наши продукты в рамках НИОКР, чтобы быстро и с ориентацией на результат реагировать на потребности наших потребителей и повышать качество жизни в их домах.

Наш научно-исследовательский центр, работающий с инфраструктурой информационных технологий, играет главную роль в расширении возможностей наших продуктов. Сложность процессов компьютерного тестирования — это самый фундаментальный фактор, который отличает нас от наших конкурентов в области исследований и разработок. Мы работаем с нашими продуктами в четырёх разных точках, моделируя условия клиентов и тестируя все функции в соответствии с европейскими стандартами.

Мы осознаем важность обновления производственных технологий. Ускоряя наши действия по улучшению взаимодействия человека и робота на наших существующих объектах, мы реализуем важные проекты, которые сделают возможным эти изменения.

● Расскажите о вашей продукции и разработках из области отопительного оборудования, в частности, о комбинированных котлах. Если ли среди них такие, которые облегчили жизнь потребителя и были разработаны или выведены на рынок в рамках концепции энергоэффективности и экологичного дизайна?

Д.Т.: Более 35 лет компания E.C.A. является одним из сильнейших игроков в отрасли теплового оборудования. Вся наша высокоеффективная и экологически чистая продукция — от комбинированных котлов до систем и радиаторов центрального отопления — имеет низкое энергопотребление и отвечает самым сильным ожиданиям «идеального климата», который хотят ощущать наши потребители в своих жилых помещениях.

Более 35 лет компания E.C.A. является одним из сильнейших игроков в отрасли теплового оборудования

Мы стремимся к безопасному, инновационному, экологически чистому и гигиеничному производству, а также разрабатываем продукты, которые идеально соответствуют ожиданиям и потребностям наших клиентов, и выводим их на рынок. Ежегодно мы запускаем в среднем три новых продукта во всех наших сегментах. В своём производстве мы строго придерживаемся подхода, направленного на предоставление безопасных и гигиеничных решений нашим потребителям, уделяя особое внимание инновационным, экологически чистым продуктам, которые создают добавленную стоимость. Мы рассматриваем модернизацию производственных технологий как важнейшее условие для того, чтобы быть в авангарде конкурентного рынка.

С первого дня основания компания работает над тем, чтобы обеспечить идеальную температуру в жилищах наших потребителей. С этой целью мы представили им комбинированный бойлер Confeo Premix, который является последним звеном в цепочке, объединяющим традиции и опыт в области техники идеальных температур. Наш комбинированный котёл нового поколения Confeo Premix, удостоенный награды Green Good Design, благодаря своему классу энергоэффективности обеспечивает значительную экономию для своих пользователей, занимая при этом очень мало места благодаря минимальным размерам. Он выделяется своим сенсорным стеклянным экраном и инновационным дизайном со стеклянной передней панелью. Более того, он имеет настолько эстетичный вид, что наши потребители могут разместить его в самом видном месте своего жилого помещения. ●



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

На правах рекламы.

E.C.A.[®]
ВМЕСТЕ НА ГОДА



Централизованное теплоснабжение в городах Украины. Часть 3*

Минрегион Украины сегодня внедряет инструмент стратегического развития систем теплоснабжения на Украине — новую методологию разработки схем теплоснабжения для городов Украины [1]. Прочитал и обрадовался: наконец-то власть взялась исправлять свою закоренелую ошибку двух последних десятилетий...

Предисловие

Отсутствие общей стратегии развития теплоснабжения для городов Украины привело к постепенной деградации централизованного теплоснабжения (ЦТ). Не помогли ни десятки миллиардов гривен бюджетных средств, ни миллиарды долларов технической помощи западных стран, инвестированных за 20 лет в распылённом виде в реабилитацию централизованного теплоснабжения Украины. Потребители дружно покидали ЦТ, и это явление стало лучшей оценкой действий государственных структур.

«...Методика направлена на внедрение в населённых пунктах с числом жителей более 20 тыс. человек эффективной системы централизованного теплоснабжения, которая предусматривает производство 50% тепловой энергии из возобновляемых источников энергии или 75% тепловой энергии, производимой в процессе когенерации...» [3].

В публикации [3] на сайте Министерство развития городов и территорий Украины именно эта «общеверопейская» цель объявлена основной целью модернизации систем централизованного теплоснабжения городов страны, прочно «подсевших» на природный газ. Можно проигнорировать «европейский вектор» развития теплоснабжения украинских городов

громко, вслух, и при этом десятилетиями идти в прямо противоположном направлении. Такова особенность украинской политики, которая наблюдается в стране последние 20 лет. Причины и глубина деградации централизованного теплоснабжения Украины подробно описаны в двух статьях автора «Централизованное теплоснабжение в городах Украины» [1, 2].

Станет ли новая методология стратегическим документом для муниципалитетов, для предприятий тепловых сетей, для самого министерства и, главное, непосредственно для потребителей, начавших сомневаться в эффективности централизованного теплоснабжения? В ответ на этот важный вопрос появилась статья-сомнение автора «Теплоснабжение городов Украины — схемы или стратегии» [4].

Отсутствие общей стратегии развития теплоснабжения для городов Украины привело к постепенной деградации централизованного теплоснабжения. Не помогло ничего

Настоящая статья завершает цикл статей «Централизованное теплоснабжение в городах Украины» [1, 2]. Её назначение — предложить рекомендации к новой методологии. Рекомендации, которые позволили бы ей действительно стать инструментом стратегического развития систем теплоснабжения на Украине. Важно, чтобы не повторилась история со схемами теплоснабжения 240 городов страны, разработанных по нежизнеспособной методологии 2006 года и оставшихся лежать бесполезным бумажным грузом. Важно, чтобы новые схемы получили реальное финансирование, а потребители начали возвращаться в ЦТ. Также важно, чтобы мэры городов и руководители тепловых хозяйств получили долгосрочные ориентиры и дорожные карты развития своих систем теплоснабжения. Поэтому далее — немного анализа и прогнозов.



Автор: Василий СТЕПАНЕНКО, энергосервисная компания «Экологические Системы» (г. Запорожье, Украина)

* Окончание. Первые две части статьи см. номера журнала СОК №1/2020 и №4/2020 [1, 2].

Какой климат нас ждёт в ближайшие десятилетия?

Научный руководитель Гидрометцентра России Роман Вильфанд считает, что: «Изменение климата на Земле приведёт к смене продолжительности “волн” тепла и холода. “Волны тепла” будут чаще повторяться, прежде всего летом. Продолжительность этих “волн тепла” будет увеличиваться... Но продолжительность “волн холода” будет меньше, а их сила будет выше...» [5, 6].

Глядя в будущее, можно предположить, что затраты энергии летом станут выше, чем зимой. 2021 год очень похож на эту модель — климат становится всё более контрастным, а погодные аномалии быстро «ставят на колени» уже не только маленькие города, но и целые страны.



Харьковская ТЭЦ-5 (540 МВт) — одна из крупнейших украинских теплоэлектроцентралей



Что будет происходить с потребителями (со зданиями)?

По оценкам международных экспертов, Украине понадобится не менее трёх десятилетий на утепление большинства зданий до европейских стандартов. Это наиболее вероятный период существования систем централизованного теплоснабжения, необходимость в них будет снижаться по мере роста количества «термо-модернизированных» зданий и спада тепловых нагрузок.

Украинским городам, планируя «глиссаду» будущего тепловых сетей, нужно определить точку их невозврата. Нужно изучать коллективную волю потребителей тепловой энергии и управлять ей при энергетическом планировании, чтобы не допустить хаоса.

Что идёт на смену газовым котлам и природному газу?

Основной технологией будущего в странах Европейского союза сегодня является электрификация отопления и охлаждения городов и зданий. Вторая базовая технология — переход на «зелёный» водород в качестве основного топлива замещения природного газа, при условии, что будут найдены дешёвые технологии для производства «зелёного» водорода — сегодня таких технологий нет.

Для Украины гораздо предпочтительнее «зелёного» водорода является развитие производства биометана. Тепловые насосы и возобновляемая электроэнергия от солнца и ветра — это самая реальная перспектива систем климатизации городов и зданий на Украине в XXI веке.

В каких странах Евросоюза развиваются системы ЦТ?

Исключительно в тех странах, где правительства имеют долгосрочные стратегии развития ЦТ и прямо или косвенно субсидируют это развитие. В большинстве стран Евросоюза ЦТ не развивается. Лучший пример для Украины — Дания с её тремя десятилетними национальными планами теплоснабжения (первые десять лет — повышение надёжности ЦТ, вторые десять — повышение экономической эффективности ЦТ, третий десяток лет — декарбонизация, переход ЦТ на местное топливо и возобновляемые источники).

Оглядываясь на прошедшие 30 лет, можно сказать, что Украина к таким странам не относится. Все три прошедшие десятилетия быстро меняющиеся правительства страны содействовали не развитию, а развалу ЦТ. То же самое происходит и сегодня. Уверен, что украинские города и в будущем не получат государственной поддержки, особенно от министерства финансов страны, и останутся наедине с проблемами своего теплоснабжения. Это надо знать и помнить всем поклонникам ЦТ — политика украинского государства лукава и ненадёжна.

Именно политика череды правительств Украины превратила ЦТ в «чемодан без ручки» — и бросить нельзя, и тащить всё тяжелее. Груз накопленных долгов и отсутствие энергетического планирования на Украине привели правительство к решению реструктуризировать или списать многие миллиарды гривен долгов тепловых сетей на долги муниципалитетов.

Верную оценку этому явлению дал мэр Мариуполя Вадим Бойченко: «Да, такая реструктуризация возможна, но только ценой потери развития городов, после этого развития большие не будет».



Жители Алчевска в 2006 году столкнулись со «всегородской» техногенной катастрофой

Пять рекомендаций для городов и разработчиков схем теплоснабжения

При отсутствии Национальной стратегии теплоснабжения каждому городу необходима своя долгосрочная стратегия теплоснабжения на период до 2050 года. Методология разработки схем теплоснабжения ориентирована на период до 2030 года и является сугубо тактическим документом. Кабинет Министров Украины грубо ошибся, предлагая городам новую методологию как эквивалент стратегии. В эти сроки невозможно модернизировать теплоснабжение городов на уровне целей Европейского союза.

Начинать разработку схем теплоснабжения нужно с работы над долгосрочной стратегией — дорожной картой, объясняющей сроки и стоимость (или окупаемость) достижения трёх основных целей модернизации существующих систем теплоснабжения, в том числе:

- повышение надёжности теплоснабжения в условиях падающего спроса и климатических изменений (2030 год);
- повышение экономической эффективности теплоснабжения для потребителей в условиях роста цен на углеводородное топливо (2040 год);
- переход к теплоснабжению городов от возобновляемых источников на основе декарбонизации и электрификации по примеру городов Евросоюза (2050 год).

Должны быть также предложены индикаторы достижения целей по пятилетним периодам, кратным периодам каденции местной власти. Это позволит понимать результативность действий местной власти по развитию теплоснабжения.

В начале работ необходимо выполнить полный анализ существующей системы теплоснабжения города по единным кри-

териям — и централизованного, и децентрализованного. Нужно сравнить техническую и экономическую эффективность существующих систем теплоснабжения, прежде всего с точки зрения интересов потребителей. Именно потребители, их интересы должны определять будущее теплоснабжения.

Выделив зоны теплоснабжения города, определить индексы их эффективности для прошлых и будущих периодов на основе анализа спроса на тепловую энергию от потребителей.

Насколько известно автору, подобный анализ на Украине при разработке схем теплоснабжения никогда не проводился, а в фокусе анализа схем теплоснабжения всегда были исключительно системы централизованного теплоснабжения, которые

Техногенная катастрофа 2006 года в Алчевске (Украина)

Зимой 2006 года в городе Алчевске Луганской области Украины без отопления остались 16 городских школ из 20, 22 детских дошкольных учреждения из 25, пять лечебных заведений из 16, 517 домов из 836. В 30-градусный мороз без тепла оказались свыше 110 тыс. горожан. Последствия аварии более месяца устраивали силами десяти областей страны.

Опасная ситуация в Алчевске сложилась после прорыва магистральной теплотрассы от котельной «Восточная» в ночь с 21 на 22 января 2006 года. Утром пришлось произвести её аварийную остановку. Днём из-за отключения электроэнергии перестала работать городская котельная «Заводская», и ситуация стала катастрофической: поскольку не был произведен слив воды из внутридомовых систем, произошло «размораживание» теплосетей значительной части жилого фонда. Вследствие сильного износа систем централизованного теплоснабжения город в экстремальные морозы (температура падала до -35°C) оказался без тепла. Украинские власти объявили в Алчевске чрезвычайное положение.

Жители города вспоминают зиму 2006 года:

«Утром просыпаемся — батареи холодные. Потом сказали, что техногенная авария. Начало всё размазрзаться, на первых этажах в квартирах вообще было минус два градуса. Бабушки грелись возле конфорок, особенно на первых этажах. Где-то через неделю развернули палатки во дворах, для обогрева. В них раздавали людям горячий чай...»

«У меня дома было не очень холодно, потому что грелись электрическими обогревателями, причём не фабричными, а самопальными, огромными. Но в комнате был сантиметр льда на стёкллах. Благодаря этим обогревателям у нас было относительно тепло. А мой друг долго сидел за компьютером и отморозил себе пальцы ног...»

«У нас в подъезде живёт бывший слесарь. Когда это всё случилось, он по собственной инициативе пошёл в подвал и спустил воду из системы. В итоге в окрестных домах и школах в батареях замёрзла и всё разорвало. А у нас — нет...»

«Вторник, 24 января. Дома очень холодно. Разрабатываю свою систему выживания. Домой попадаю только поздно вечером, поэтому сохранить тепло в квартире не представляется возможным. Электрообогревателя у меня нет. Что же в этой ситуации я могу по максимуму? Прихожу, сразу включаю плиту и духовку. На плиту — ведёрную выварку и большую кастрюлю с водой. Наполняю пластиковые бутылки и грелку горячей водой (благо работает бак) и закладываю их в постель (под ватное одеяло, верблюжье и кошу). Готовлю немудрёный ужин. А тут и вода нагрелась на плите. Ставлю выварку и кастрюлю в комнате. Ужинаю. К этому времени прогревается постель, но остывают грелка и бутылки. Наполняю их горячей водой и в постель ложусь вместе с ними. Бутылки и грелку располагаю следующим образом: грелка — под поясницу, по одной бутылке под руками, одна — под коленками, вторая — в ногах. Понимаю, что уснуть без головного убора не могу — такое чувство, что через макушку тепло из меня уходит в космос. Надела берет. Вроде легче стало. Мобильник завожу на 24:00. Спокойной ночи. Ой, забыла важную деталь: воду оставляю тонкой струйкой течь на всю ночь, чтобы канализация и водопровод не замёрзли, иначе это настоящая трагедия...»

сравнивались сами с собой. Как при «развитом социализме», который тоже сравнивался сам с собой.

Ускоряющийся рост объёмов «термо-модернизированных» зданий будет неизбежно снижать нагрузки для централизованных систем теплоснабжения в разы. Повторимся, что целесообразно в схемах теплоснабжения предлагать зоны и границы зон теплоснабжения по пятилетним периодам, кратным непосредственно периодам каденции местной власти.

Отдельной частью схемы теплоснабжения должен быть план сохранения надёжности существующей системы централизованного теплоснабжения на период до 2030 года. Этот план должен защитить потребителей и теплосети от катастроф, подобных катастрофе в городе Алчевск Луганской области Украины, на период модернизации системы теплоснабжения по европейским канонам. Большое значение для этого имеют современные системы диспетчерского контроля и управления. Там, где их ещё нет, их нужно немедленно создавать.

Повышение экономической эффективности теплоснабжения особенно важно для систем централизованного теплоснабжения. Привлечение значимых финансовых ресурсов для модернизации систем ЦТ от международных банков и фондов на данный момент невозможно для предприятий тепловых сетей с их хронической задолженностью. Только городские администрации при поддержке министерства финансов страны (обеспечивающего суверенные гарантии) способны брать и возвращать международные кредиты. Я сознательно не упоминаю о кредитах украинских банков в силу их нерентабельности.



Примером может служить проект Европейского инвестиционного банка (ЕИБ) по модернизации системы централизованного теплоснабжения города Кривой Рог Днепропетровской области Украины — опыт подготовки и реализации этого проекта рекомендую изучить всем городам, разрабатывающим свои схемы теплоснабжения.

Несколько тезисов к будущей Национальной стратегии теплоснабжения Украины

1. Стратегия охватывает все виды теплоснабжения на территории Украины, включая отопление, горячее водоснабжение и охлаждение (климатизация).
2. Стратегия является важнейшей составной частью энергетической стратегии Украины с построением отдельного сводного топливно-энергетического баланса по всей стране.
3. Стратегия должна быть синхронизирована с новой национальной стратегией «термомодернизации» зданий Украины.



4. Стратегия является методологической основой для построения региональных и муниципальных стратегий, а также для энергетического планирования.

5. Основной целью стратегии является энергетическая трансформация теплоснабжения городов и зданий Украины с замещением углеводородного топлива местными возобновляемыми источниками топлива и энергии в период 2022–2050 годов.

6. Отдельной частью стратегии является реабилитация стареющих систем ЦТ для обеспечения их надёжного функционирования.

Отдельной частью схемы теплоснабжения должен быть план сохранения надёжности существующей системы централизованного теплоснабжения на период до 2030 года. Этот план должен защитить потребителей и теплосети от катастроф

нирования в переходный период (2021–2030 годы) на основе схем теплоснабжения, как методологической основы краткосрочного энергетического планирования (десять лет).

7. Стратегия предлагает поэтапный отказ от монопольных систем и переход к локальным рынкам генерации с привлечением финансовых средств инвесторов для строительства объектов возобновляемого отопления и охлаждения. Финансирование реабилитации стареющих систем ЦТ в переходный период будет основываться на средствах муниципалитетов и предприятий тепловых сетей.

8. Данная стратегия основана на территориальном и секторальном подходах при выборе приоритетов в использовании технологий, топлива и энергии в планируемый период. ●

1. Степаненко В.А. Централизованное теплоснабжение в городах Украины // Журнал СОК, 2020. №1. С. 56–61.
2. Степаненко В.А. Централизованное теплоснабжение в городах Украины. Часть 2 // Журнал СОК, 2020. №4. С. 36–42.
3. Мінрегіон запроваджує інструмент стратегічного розвитку систем теплопостачання в Україні [Електр. текст]. Міністерство розвитку громад та територій України от 27.01.2020. Режим доступа: minregion.gov.ua. Дата обращ.: 05.07.2021. [На укр. языке]
4. Степаненко В.А. Теплоснабжение городов Украины — схемы или стратегии [Електр. текст]. ЭСКО «Экологические Системы». Режим доступа: ecosys.com.ua. Дата обращ.: 10.07.2021.
5. Вильфанд предупредил о «волнах холода» и «волнах тепла» на Земле [Електр. текст]. РИА «Новости» от 04.03.2021. Режим доступа: ria.ru. Дата обращ.: 06.06.2021.
6. «Профессия синоптика вечна». Роман Вильфанд — о волнах тепла, засухе и метеозависимости [Електр. текст]. ТАСС от 25.05.2020. Режим доступа: tass.ru. Дата обращ.: 10.06.2021.

Использование прецезионных кондиционеров «ВЕЗА» для центров обра- ботки данных

Уровень ИТ-технологий стремительно развивается, строятся современные центры обработки данных (ЦОД) и серверные. Вместе с этим возникает и острая потребность в высокоеффективном климатическом оборудовании отечественного производства, которое могло бы обеспечить условия для безотказного функционирования техники, размещённой в них.

Автор: Р.Н. ЖИХАРЕВ, начальник
бюро систем вентиляции
и кондиционирования [ООО «ВЕЗА»](#)

В данных типах помещений (серверных и ЦОД) для поддержания точных параметров воздуха (температуры и влажности) используется прецизионный тип кондиционеров, что напрямую влияет на срок службы основного оборудования. Так как кондиционеры должны поддерживать заданную температуру на протяжении всего календарного года, то необходимо использовать низкотемпературный комплект, который позволяет работать кондиционеру при низких температурах в холодный период года. Влажность необходимо поддерживать на уровне 40–60 %. Слишком сухой воздух приведёт к образованию статического электричества и, как следствие, к выходу из строя электроники. А слишком влажный воздух приведёт к выпадению конденсата в помещении, что влечёт за собой коррозию стоек с серверами.

Компания [«ВЕЗА»](#), лидер вентиляционного оборудования на постсоветском пространстве, не могла оставаться в стороне от этой потребности отечественного рынка и в 2015 году приняла решение освоить данный вид продукции.

Прецезионные кондиционеры предназначены для поддержания стабильного микроклимата в производственных помещениях, отличаются высокой надёжностью и обладают характеристиками, которые позволяют использовать их в системах кондиционирования различного назначения

Система не только сама «понимает», когда должны включаться кондиционеры-помощники для обеспечения требуемого микроклимата, но и подбирает необходимое количество работающих кондиционеров с целью минимизации потребления электроэнергии.

Использование инверторных компрессоров и вентиляторов с ЕС-мотором даёт возможность плавного изменения производительности системы в диапазоне 30–100 % и, как следствие, экономичного потребления элек-



AKP-Ш — шкафной прецизионный кондиционер от компании [«ВЕЗА»](#) (6–120 кВт)



AKP-Р — межрядный прецизионный кондиционер от компании [«ВЕЗА»](#) (10–40 кВт)

Понимая значимость выпускаемого климатического оборудования, был разработан и внедрён стенд для проведения испытаний. [«ВЕЗА»](#) поставила для себя ряд вопросов, среди которых был самый главный: «Как обеспечить точность поддержания температуры и влажности в помещении?». На протяжении шести месяцев изо дня в день оборудование испытывалось в различных условиях. Как результат — создана линейка высокоеффективных прецизионных кондиционеров [АКП](#) с программным обеспечением собственного производства, точностью поддержания температуры ± 1 °C и относительной влажности ± 5 %.

Среди преимуществ прецизионных кондиционеров [АКП](#) следует отметить адаптивность к температурно-влажностным показателям в помещении. Контроль фреонового контура производится с помощью передовых инженерных решений: компрессоров с инверторным управлением, вентиляторов с ЕС-моторами, электронных расширительных вентиляй и датчиков.

электроэнергии. Применение электронного расширительного вентиля позволяет оперативно и с высокой точностью реагировать на любые изменения в холодильном цикле машины. Применение теплообменников собственного производства позволяет подстраиваться под любые требования заказчиков.

Для снижения расхода электроэнергии при работе в условиях низких температур наружного воздуха [«ВЕЗА»](#) предлагает не только прецизионные кондиционеры [АКП](#) с функцией фрикулинга, но и чиллеры с данной функцией.

На сегодняшний день компания [«ВЕЗА»](#) представляет широкий модельный ряд надёжных и высокоточных прецизионных кондиционеров [АКП](#) с диапазоном мощности 6–120 кВт для фреоновых моделей и 8–210 кВт для моделей с жидкостным охлаждением, а также может предложить заказчику решение любых нестандартных задач.

Подробнее с высокоточными прецизионными кондиционерами [АКП](#) можно ознакомиться на сайте [«ВЕЗА» veza.ru](#).



КЛИМАТА



17-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ,
ОТОПЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ И КОММЕРЧЕСКИЙ ХОЛОД

ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ
СОБЫТИЕ ГОДА*

* Согласно данным ООО «ЕвроЖСКО» на основании количества посетителей, профилья участников и статус-частички выставки 2020 года

Бесконечный МИР технологий КЛИМАТА

МАРТ 2022

МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

Получить новых
поставщиков и
клиентов

Договориться о
выгодных условиях
и скидках

Найти новые
возможности
заработать

Узнать о крутых
продуктах
и технологиях

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
Интернет-ПАРТНЕР:

Информационный портал
МИР/ХОЛОДА
профессиональный взгляд
на климатический и холодильный бизнес /

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



Российская ассоциация
предприятий
и организаций
помещений и
холодильной промышленности



www.climateexpo.ru



Значимость применения качественных гибких воздуховодов

В предлагаемом материале автор показывает, почему нельзя экономить на качестве элементов систем вентиляции, и даёт рекомендации по выбору гибких воздуховодов.

В большинстве современных систем вентиляции применяются гибкие воздуховоды для упрощения монтажа воздухораспределителей в фальшпотолке. Такие воздуховоды подходят для разных условий эксплуатации и производятся из различных материалов: ПВХ-плёнки, алюминиевой фольги, комбинированных материалов с функциями теплоизоляции и шумопоглощения. От качества данного элемента зависит не только правильность работы всей вентиляционной системы, но и капитальные затраты на эксплуатацию объекта, комфорт и безопасность людей, находящихся в помещении, а что важнее всего — их здоровье.

Говоря о правильности работы системы вентиляции с гибкими воздуховодами, в первую очередь необходимо обратить внимание на сопротивление движению воздуха, которое они создают. В большинстве случаев для подключения воздухораспределителя к системе требуется 0,5–1,5 м гибкого воздуховода. Несмотря на небольшую длину, сопротивление, которое он создаёт, может быть эквивалентно 10–15 м воздуховода из оцинкованной стали. Воздуховод из качественных материалов позволяет снижать сопротивление движению воздуха.

В системах вентиляции чаще всего используют гибкие воздуховоды из алюминия и каркаса из стальной проволоки.

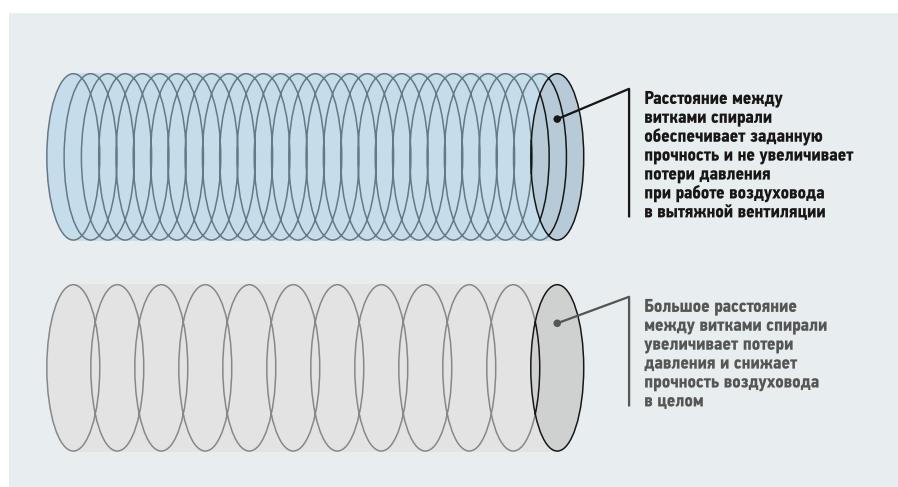
Первое, на что следует обратить внимание при выборе такого воздуховода, — это структура фольги. У воздуховодов низкого ценового сегмента слой алюминия очень тонкий, как правило, он комбинируется с полимерным покрытием. Такие воздуховоды в меньшей степени способны удерживать правильную форму, её нарушение повышает сопротивление.

В большинстве современных вентиляционных систем применяются гибкие воздуховоды. От качества воздуховодов зависит не только правильность работы всей вентиляционной системы, но и капитальные затраты на эксплуатацию объекта, комфорт и безопасность людей, находящихся в помещении

Второе — шаг витков проволоки: чем больше шаг, тем больше мягкого материала перекрывает сечение воздуховода, втягиваясь внутрь и создавая огромное сопротивление движению воздуха. У большинства производителей гибких воздуховодов с низкой стоимостью нарушена технология упаковки, вследствие чего каркас из проволоки деформируется, что также увеличивает сопротивление.



Автор: Ф.А. ШАПРАН, технический директор ООО «ПП Благовест С+»

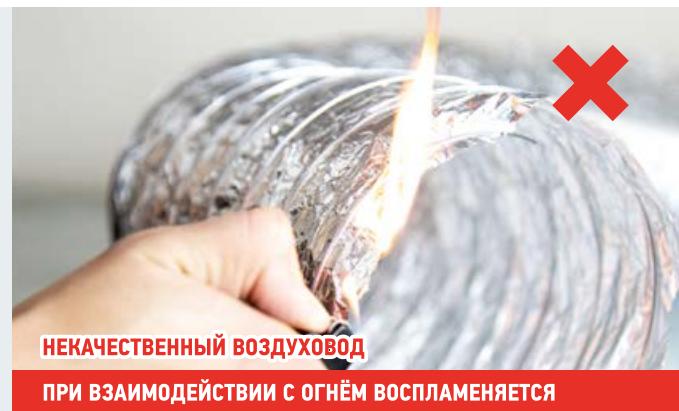


Влияние расстояния между витками спирали на прочность воздуховода и потери давления



КАЧЕСТВЕННЫЙ ВОЗДУХОВОД

НЕ ПОДДЕРЖИВАЕТ ГОРЕНЬЕ



НЕКАЧЕСТВЕННЫЙ ВОЗДУХОВОД

ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ОГНЕМ ВОСПЛАМЕНЯЕТСЯ

Сравнение огнестойкости воздуховодов

Качественный воздуховод выполнен из нескольких толстых слоёв алюминия, имеет небольшой шаг витков спирали, надёжно упакован, что снижает риск деформации при транспортировке.

Большинство производителей воздуховодов низкого ценового сегмента не имеют качественной исследовательской базы, чтобы определить истинные технические характеристики продукта. Поэтому заявленные параметры могут отличаться от реальных. Выбирая гибкий воздуховод с низкой стоимостью, нельзя быть уверенным в том, что произведённый расчёт будет соответствовать действительности. Если сопротивление движению воздуха в системе окажется больше, чем рассчитал проектировщик, то, помимо уменьшения объёма воздуха, подаваемого в помещение, будет увеличена нагрузка на вентиляционное оборудование. Это снизит срок эксплуатации всей системы, повлечёт за собой ускоренный износ вентилятора и соответствующие затраты на его ремонт или замену.

Прочность гибких воздуховодов — ещё один важный критерий, на котором не стоит экономить при планировании вентиляции. Низкокачественные воздуховоды из металлизированной пленки быстро протираются в местах крепления стальной проволоки из-за колебаний, создаваемых воздушным потоком. Воздух проникает через эти отверстия и создаёт неприятный свист. Постоянно находится в помещении, где присутствует такой звук, не только некомфортно, но и вредно.

Раскрывая тему звуковых характеристик, стоит отметить, что в линейках производителей гибких воздуховодов встречаются шумопоглощающие. Однако фактически уровень шумопоглощения может сильно отличаться от заявленного производителем. При выборе воздуховода следует обратить внимание на перфорацию внутреннего воздуховода и состав шумопоглощающего материала. У некачественных воздуховодов перфорация имеет не-

большую площадь, а в качестве звукоизолирующего материала применяется низкокачественный синтепон. Эффективность такой конструкции крайне мала, в результате в помещении будет присутствовать шум от работы вентиляторов, вызывающий дискомфорт.

дым, убивающий людей гораздо быстрее огня. 25 марта 2018 года в торговом центре «Зимняя вишня» в городе Кемерово возник пожар, в результате которого погибли более 60 человек. По официальной версии пожар возник из-за короткого замыкания в электропроводке низкокачественного воздуховода.



Полиэстер при возгорании способствует быстрому распространению огня по внутренней части воздуховода



Клей на синтетической основе токсичен для человека

Опасность применения некачественных воздуховодов

Важные критерии, на которые обязательно нужно обратить внимание при выборе воздуховода, — пожаробезопасность и экологичность. В России нет обязательной сертификации и требований по горючести гибких воздуховодов. Многие компании производят воздуховоды из горючих материалов, таких как металлизированный полиэстер, но позиционируют свою продукцию как воздуховоды из металлической фольги. Такие воздуховоды очень быстро воспламеняются и при горении выделяют едкий отравляющий

вещественного светильника, огонь быстро распространяется из-за легковоспламеняемых отделочных и строительных материалов, в том числе по системе вентиляции и воздуховодам.

Пожароопасность — не единственная причина, по которой низкокачественные гибкие воздуховоды опасны. При производстве гибких воздуховодов применяют полиэстер и клей. В воздуховодах низкого ценового сегмента, как правило, применяют дешёвые и токсичные материалы. Такие воздуховоды непрерывно выделяют в помещение ядовитые вещества.

Производители качественных воздуховодов используют нетоксичные и безопасные материалы, качество продукции подтверждается соответствующими сертификатами и исследованиями.

В строительстве есть много видов материалов, применяя которые можно снизить капитальные затраты, но на гибких воздуховодах экономить нельзя — это может стоить здоровья и даже жизни! ●





Энергоэффективность в России: что нас ждёт завтра?*

Энергоэффективность — один из ключевых экономических драйверов. От того, насколько прогрессивна государственная политика в этой области, зависит конкурентоспособность страны в мировой экономике. В 2007 году в России были сделаны важные шаги, направленные на совершенствование нормативной базы по энергоэффективности. А в 2020 году многие нововведения попали под действие [«регуляторной гильотины»](#). С чем это связано? Какое будущее ждёт энергоэффективность в России?

Автор: Станислав ЩЕГЛОВ, руководитель направления «Энергоэффективность зданий» компании **ТЕХНОНИКОЛЬ**

* Данная статья подготовлена на основе выступления автора на конференции «Актуальные вопросы теплозащиты зданий: тенденции, проблемы, решения», состоявшейся 13 апреля 2021 года в рамках выставки Engineerica при информационной поддержке журнала СОК.

Энергоэффективность и энергосбережение

Энергосбережение — один из важнейших приоритетов любого государства. Транспорт, промышленность, ЖКХ — любая сфера живёт и развивается только за счёт энергии, которая необходима именно в физических единицах в виде топлива, электричества и пр. А если продукция страны выходит на мировой рынок, то её цена должна быть конкурентоспособной. Другими словами, энергетическая составляющая в производстве единицы продукции должна быть сопоставима (или меньше) по сравнению с аналогичного рода продукцией в других странах. Это и стало основным стимулом совершенствования законодательства по энергоэффективности в 2007 году. Впервые закон об энергосбережении появился в России в 1997 году, однако в нём не было конкретных целевых показателей, на которые можно было бы опереться. В 2007 году был подписан Указ «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики», который открыл новую историю развития энергоэффективности в России. Однако в 2020 году всё снова изменилось: начала работать [«регуляторная гильотина»](#).

Что новые правила нам готовят?

В 2020 году решением Минстроя России в рамках «регуляторной гильотины» был упразднён ряд нормативов, касающихся энергоэффективности зданий. Сделано это было для того, чтобы сформулировать нормы, отвечающие современным реалиям. В январе 2021 года была принята транзитная версия постановления правительства. Её нельзя считать окончательной, поскольку сегодня продолжают действовать проекты Минстроя, принятые ещё до 2021-го. Они в ближайшее время однозначно изменятся, как только будет принято новое постановление.

Проект данного документа уже сегодня позволяет оценить риски, которые могут возникнуть с вступлением в силу нового норматива.

Из положительных моментов — ныне действующие приказы Минстроя №399 и №1550 будут объединены в один документ. Срок действия нового приказа составит шесть лет, что позволяет оценить в перспективе политику государства в области энергоэффективности. Важно понимать, что все нормативы в области жилья касаются исключительно многоквартирных домов. Частное домостроение в сфере индивидуального жилищного строительства (ИЖС) под действие данных законодательных требований не попадает.



Обновлённый норматив предусматривает повышенные требования к удельной характеристике расхода тепла на отопление и вентиляцию. Это положительный момент, однако повышение требований относится к цифрам, которые действовали до отмены постановления правительства в августе прошлого года. Фактически речь идёт о базовом уровне, который, согласно прежним нормативам, планировалось повысить на 20 %. Повышение требований по новому постановлению как раз и фиксирует уровень с учётом роста в 20 %. Это означает, что здания должны строиться уже с учётом повышенного требования к энергоэффективности.



Что касается негативных последствий от пересмотра требований к энергоэффективности, следует отметить несколько ключевых моментов:

1. Отказ от графика перспективного повышения требований по энергоэффективности. Предполагалось, что с 2018 по 2028 годы энергоэффективность вновь возводимого жилья должна увеличиться на 50%. Однако новое постановление ликивидирует этот график. Повышение требований ограничилось планкой в 20% на ближайшие шесть лет действия постановления (п. 7 Приказа Минстроя №1550).

2. Постановление предусматривает возможность пересмотра требований в зависимости от текущего состояния экономики. Но оценить, как именно данная инициатива будет реализована на практике, сейчас невозможно.

3. Новые требования предусматривают переход с фактических показателей энергоэффективности на проектные. Что мы получим на деле? Проектировщик проектирует здание в соответствии с нормативной документацией, после проект проверяет экспертиза, а насколько показатели, заложенные в проекте, соответствуют фактическим — уже никому неинтересно. Экспертный аудит проходит только проект, качество строительства контролируется по проектной документации. А соответствие показателей на бумаге и в процессе эксплуатации совершенно выпадает из поля зрения.

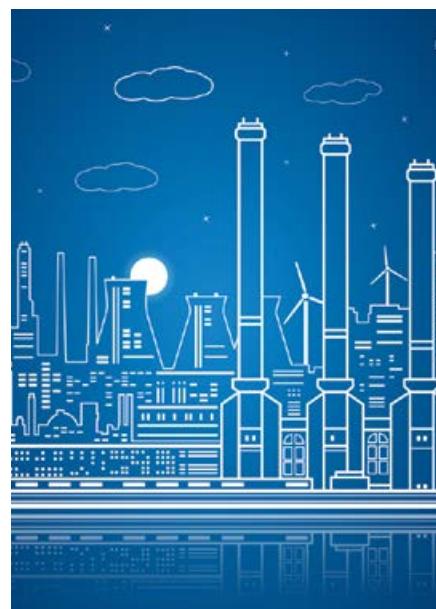
4. Продолжая линию отказа от реальных показателей, авторы нового постановления предлагают вновь построенным зданиям присваивать класс энергоэффективности по проектным показателям. Отказ от фактических показателей приведёт к тому, что мы просто не сможем объективно оценить реальную энергоэффективность. На бумаге будут одни цифры, а что на самом деле — никто не узнает.

5. Ещё одно нововведение — отказ от использования инструментально-расчётного метода подтверждения состояния построенного здания. Потребители, приобретая жильё, хотят платить деньги

за реальные показатели, за энергоэффективное жильё в жизни, а не на бумаге. Однако они не могут заранее узнать, соответствуют ли заявленные цифры реальным. Хуже того — потребители лишены возможности оспорить сделку вследствие разрыва между проектными и реальными показателями энергоэффективности. Застройщики не имеют обязательств в отношении энергоэффективности построенных ими объектов.

Энергоэффективность в ИЖС

Как и в предыдущих, так и в новых требованиях к энергоэффективности полностью отсутствует частное домостроение. При этом по разным оценкам доля ИЖС составляет порядка 40% в общем жилом



фонде. Пандемия усилила спрос на загородную недвижимость, и дальше он будет только расти.

И получается, что в статистике доля индивидуального жилищного строительства в нашей стране учитывается, но при этом никак не регулируется.

Энергоэффективность: быть или не быть?

Какой будет окончательная версия новой редакции постановления, однозначно сказать сложно.

Но уже очевидно, что происходит разворот в обратную сторону — в направлении отказа от энергоэффективности. Основная причина, по которой это происходит, связана прежде всего с невыполнением плана по объёму вводимого жилья. Вводить каждый год 120 млн м² — задача сложно выполнимая. Застройщики объясняют, что им мешают дополнительные затраты, связанные с энергоэффективностью.

Однако последние исследования показали, что увеличение затрат составит менее 1%. Получается, что в новой реальности на первый план выходят капитальные затраты на строительство здесь и сейчас, нежели экономия в последующие 20–50 лет.

Непонятно, каким образом планируется повышать энергоэффективность, не предъявляя новых требований к теплозащитным характеристикам.

Представим себе чайник и термос. В термосе напиток остаётся горячим без подвода дополнительной энергии, к чайнику нужно постоянно доставлять тепло, чтобы напиток оставался горячим. Точно так же процессы устроены и в здании. Если оно имеет хорошую теплоизоляцию, оно герметично, то тепло оно будет держать дольше. Однако, если здание плохо утеплено, имеет щели, то оно требует больше энергии для поддержания температуры внутри.

Что мы получим в итоге: низкое качество жилья; отсутствие контроля за фактическими показателями; отсутствие комплексного подхода к повышению энергоэффективности, который включает не только толщину теплоизоляции, но и применение установок по рекуперации вытяжного воздуха в системе вентиляции, повышение требований к окнам.

На этом фоне очень важно не потерять существование направления «энергоэффективность зданий» как такового. Совсем скоро будет опубликован финальный текст постановления, который позволит более чётко проанализировать ситуацию. ●

Решение задач энергосбереже- ния в условиях газификации отдалённых районов России*

Рецензия эксперта на статью получена
24.05.2021 [The expert review on the article
received on May 24, 2021].

*Исследование выполнено при финансовой поддержке правительства Красноярского края и Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности.

УДК 697.34. Научная специальность: 05.14.04.

Решение задач энергосбережения в условиях газификации отдалённых районов России

С. В. Чичерин, аспирант, кафедра теплоэнергетики, Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС, г. Омск); С. В. Глухов, к.т.н., доцент, кафедра теплоэнергетики, ОмГУПС (г. Омск); А. В. Жуйков, к.т.н., заведующий учебно-научной лабораторией кафедры теплотехники и гидрогазодинамики, Политехнический институт Сибирского федерального университета (ПИ СФУ, г. Красноярск); А. И. Матюшенко, д.т.н., заведующий кафедрой инженерных систем зданий и сооружений, Инженерно-строительный институт Сибирского федерального университета (ИСИ СФУ, г. Красноярск); В. А. Кулагин, д.т.н., заведующий кафедрой теплотехники и гидрогазодинамики, ПИ СФУ (г. Красноярск); Л. В. Приймак, к.т.н., доцент, кафедра инженерных систем зданий и сооружений, ИСИ СФУ (г. Красноярск)

При использовании температурного графика 95/70 °C возрастают затраты на перекачку теплоносителя. При строительстве новых систем централизованного теплоснабжения целесообразно: увеличить толщину стенки трубопроводов и отказаться от температурных графиков, приводящих к высокой интенсивности внутренней коррозии трубопроводов при работе значительную часть отопительного периода с температурами теплоносителя 60–85 °C.

Ключевые слова: теплоснабжение, сеть, трубопровод, тепловой, прокладка, потеря, документация, здание, температура, строительство, график, нагрузка, потребление.

За 2016–2019 годы объём добычи природного газа на Севере и Дальнем Востоке РФ увеличился на 15% до 741 млрд м³. Из 97 млрд м³ абсолютного прироста добычи в этот период более 50% ушло за границу, при этом доля зарубежных поставок в производстве выросла до 35%. Газификация входит в «Перечень объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности», утверждённый Постановлением Правительства РФ от 17 июня 2015 года №600-ПП, что позволяет применить для теплоснабжающих организаций ряд налоговых льгот.

При этом общий уровень газификации в России на начало 2021 года составил 70,1 %. До сих пор остаются целые регионы, где уровень поставок газа остаётся невысоким: вся Восточная Сибирь (Красноярский край, Хакасия, Тыва, Иркутская область и др.) и большинство регионов Дальнего Востока (Забайкальский край, Приморье, Республика Саха и др.). Одновременно остаются примеры слабо газифицированных регионов, где уже развернута добыча газа. Так, из 187 млрд м³ газа, полученного в рамках проекта «Сахалин-2» с момента начала промышленной добычи по конец 2019 года, на внутренний рынок поставлено лишь 9,9 млрд м³ или чуть более 5 % [1].

Основным потребителем газа на внутреннем рынке является электроэнергетика (42 %), ещё порядка 10 % приходится на централизованное теплоснабжение, работающее на газе [1]. Например, на объектах АО «Транснефть — Прикамье» последующее внедрение энергоэффективной котельной блочно-модульного типа

Стратегия социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 года требует улучшения качества ограждающих конструкций, систем учёта тепловой энергии и водоснабжения, реконструкции систем энерго- и теплоснабжения, оснащения отдалённых сельских населённых пунктов автономными мини-котельными

планируется в 2021 году на нефтеперекачивающей станции «Малая Пурга» (Малопургинский район Удмуртской Республики) в рамках программы технического перевооружения и реконструкции [2].

Разработанные блочно-модульные котельные включены в программы внедрения механизмов экономического стимулирования оптимизации расходов образовательных учреждений на коммунальные услуги от проводимых энергосберегающих мероприятий.

Более того, вся стратегия социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 года [3] требует улучшения качества ограждающих конструкций, систем учёта тепловой энергии и водоснабжения; реконструкции систем энерго- и теплоснабжения, оснащения отдалённых сельских населённых пунктов автономными мини-котельными. Для реализации их энергосберегающего потенциала требуются температурные графики и тепловые сети, позволяющие работать с минимальными тепловыми потерями.

УДК 697.34. Scientific specialty number: 05.14.04.

Energy conservation measures when providing natural gas-supply to remote areas of Russia

S. V. Chicherin, postgraduate student, the "Thermal Engineering" Department, Omsk State Transport University (OmSTU, Omsk city); S. V. Glukhov, PhD, Associate Professor, the "Thermal Engineering" Department, OmSTU (Omsk city); An. V. Zhuikov, PhD, Head of the Educational and Scientific Laboratory of the Department of Thermal Engineering and Hydrogas Dynamics, the Polytechnic Institute of the Siberian Federal University (PI SFU, Krasnoyarsk city); An. Iv. Matyushenko, PhD, Head of the Department Engineering systems of buildings and structures, the Civil Engineering Institute of the Siberian Federal University (CEI SFU, Krasnoyarsk city); V. Al. Kulagin, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Heat Engineering and Hydro-Gas Dynamics, PI SFU (Krasnoyarsk city); L. V. Priymak, PhD, Associate Professor, the Department of Engineering Systems of Buildings and Structures, ISI SFU (Krasnoyarsk city)

The relevance is an industrial process of gas supply into remote areas. Since there is excessive temperature degradation in the smaller line sizes, additional wall thickness and avoiding hot water temperature of 60–85 °C are advisable. Temperatures 95/70 °C and below enable utilizing waste heat and reduce heat losses. However, these temperatures are generally unreasonable due to high heat demands.

Key words: district heating, network, pipe, heat, distribution type, project, building, temperature, construction, regime, demand, consumption.



Значительное число публикаций посвящено нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии (например, [4]), а часть авторов описывают специфику их применения для выбранного в настоящей статье объекта исследования [5]. Дороговизна водоподготовки, а также законодательные требования вынуждают переходить на закрытую схему теплоснабжения, что усложняет организацию гидравлического режима [6].

Структура теплопотребления и предпосылки к её изменению подробно описаны в [7], однако приведённые методы непригодны для применения к временным населённым пунктам вахтового типа. Традиционно много внимания уделяется типам тепловой изоляции и их вкладу в снижение тепловых потерь [8]. Между тем, это намного более комплексная задача, требующая решения на всех этапах проектирования и строительства [9].

Энергосберегающий потенциал определяется также и другими факторами: способом прокладки, принятым температурным графиком [10] и типом грунта [11], как, например, в анализе Д. Вольфрама и Т. Нейдхарта [12] в части особенностей поведения трубопроводов тепловых сетей в грунтах обратной засыпки, обладающих временной подвижностью.

В целом, за рубежом при проектировании широко применяются BIM-модели и технологии виртуальной реальности, упрощающие процесс понимания проекта заказчиком, что позволяет находить и исправлять недоработки в гораздо более короткий срок [13].

С другой стороны, энергоэффективность системы централизованного теплоснабжения во многом определяется оборудованием на стороне потребления тепловой энергии — индивидуальными тепловыми пунктами (ИТП) [14].

Материалы и методы исследования

При строительстве новой системы централизованного теплоснабжения зачастую имеются новые здания или потребители тепла, не отапливавшиеся от централизованных систем ранее. Целесообразно не просто ориентироваться на расчётные климатические параметры, но и проанализировать погодные данные последних четырёх-пяти отопительных периодов. Более того, если речь идёт о вахтовых посёлках, то обычно доступна лишь примерная информация о количестве зданий того или иного типа.

Определяется число градусо-часов отопительного периода [°C/ч], приходящихся на каждый месяц:

$$T_{dd} = \frac{\sum_{t=0}^{t_{\max}} y_t}{t_{\max}}, \quad (1)$$

где t_{\max} — число часов в месяце, ч; y_t — соответствующая данному месяцу расчётная температура, °C:

$$y_t = \begin{cases} T_{\text{ref}} - T_t, & \text{if } T_{\text{ref}} > T_t \\ T_{\text{ref}}, & \text{if } T_{\text{ref}} < T_t \end{cases}, \quad (2)$$

где T_{ref} — расчётная температура наружного воздуха, °C; T_t — текущая температура наружного воздуха, °C.

Число градусо-часов $T_{dd,\max}$ [°C/ч] используется для расчёта коэффициента Temperature Dependent Factor (TDF):

$$TDF_{\text{mon}} = \frac{T_{dd}}{T_{dd,\max}}. \quad (3)$$

Удельная тепловая нагрузка [МВт/м²]:

$$P_A = P_{A,\text{ref}} \cdot TDF_{\text{mon}}, \quad (4)$$

где $P_{A,\text{ref},t}$ — расчётная тепловая нагрузка, МВт/м².

Тепловая нагрузка [МВт], рассчитанная укрупнённым способом, составит:

$$P = P_A A, \quad (5)$$

где A — отапливаемая площадь здания, м².

Для ряда объектов, например, детских, спортивных и медицинских учреждений, требования к температурному режиму могут значительно отличаться [15], поэтому все объекты распределяются по типам.

Общая площадь зданий данного типа определяется согласно выражению:

$$A_{s,b} = A_{As,i,b} N_b, \quad (6)$$

где $A_{As,i,b}$ — средняя отапливаемая площадь здания данного типа, м²; N_b — число зданий каждого типа.

Общая тепловая нагрузка зданий каждого типа, определяется простым соотношением:

$$P_{q,b} = A_{s,b} P_{A,b}, \quad (7)$$

где $P_{A,b}$ — средняя удельная тепловая нагрузка зданий данного типа, МВт/м².

Общая тепловая нагрузка, подключаемая к системе централизованного теплоснабжения (СЦТ):

$$P_q = \sum_{b=1}^7 P_{q,b}. \quad (8)$$

Даже при присоединении к СЦТ небольших микрорайонов много внимания уделяют не просто анализу тепловой нагрузки, но её неравномерности потребления различными зданиями, как в работе [13]. Отечественная практика проектирования и нормативная документация предполагает учёт коэффициентов неравномерности только для теплопотребления на нужды ГВС и выбора диаметра трубопроводов наружных тепловых сетей, а также некоторого другого оборудования внутренних инженерных систем здания.

Время прохождения теплоносителя от теплоисточника определяется как

$$t = L/v, \quad (9)$$

где L — длина трубопроводов до потребителя, м; v — расчётная скорость теплоносителя, м/с.

Тепловые потери участка тепловой сети [МВт] определяются по формуле:

$$P_L = \frac{2\pi k L (T_i - T_0)}{\ln \left(\frac{D_0}{D_i} \right)}, \quad (10)$$

где k — теплопроводность стенки трубы, Вт/(м·°C); T_i — среднегодовая температура теплоносителя, °C; T_0 — среднегодовая температура окружающей среды: воздуха для надземной прокладки, грунта — для подземной бесканальной, °C; D_i — внутренний диаметр трубопровода, м; D_0 — наружный диаметр трубопровода, м.

Тогда расчётная мощность теплоисточника для покрытия полезной тепловой нагрузки и потерь составит:

$$P_r = \sum_{q=1}^N (P_q + P_{L,q}). \quad (11)$$

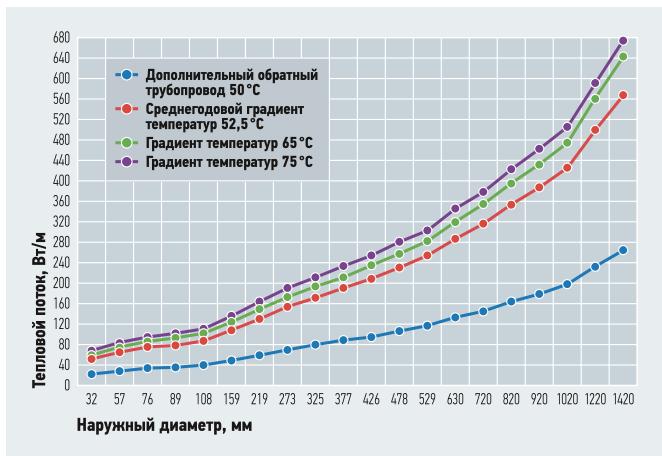


Рис. 1. Зависимость максимально допустимого удельного теплового потока от принятого графика качественного регулирования отпуска тепловой энергии при идентичных внешних условиях

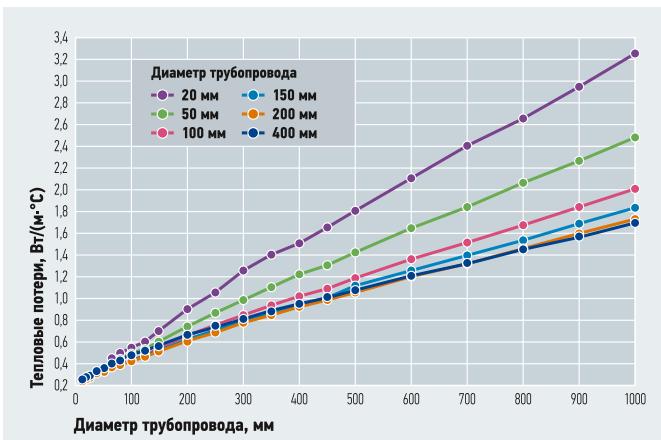


Рис. 2. Зависимость величины минимально допустимого коэффициента теплопередачи от расчётной разности температур в подающем и обратном трубопроводах и их диаметра



Результаты исследования и их обсуждение

При планировании новой системы централизованного теплоснабжения особенно важен вопрос выбора температурного графика. Графики 85/60 и 65/40 °C, активно внедряемые на территории Евросоюза, позволяют эффективно утилизировать низкопотенциальное бросовое тепло [13]. Одновременно снижаются тепловые потери (рис. 1), однако их применение в условиях Крайнего Севера нецелесообразно в связи со значительными тепловыми нагрузками, приводящими к значительным диаметрам трубопроводов.

Вечная мерзлота в регионах Крайнего Севера приводит к нецелесообразности подземной прокладки. При прокладке участков тепловых сетей надземным способом оптимальным и проверенным решением является тепловая изоляция из минераловатных матов и покровного слоя из стеклопластика РСТ-410. При этом устройство основного слоя должно быть выполнено так: сшивка продольных и поперечных швов теплоизоляционных матов выполнена оцинкованной проволокой диаметром не менее 0,8 мм; крепление теплоизоляционных матов к трубопрово-

воду выполнено хомутами из ленты ПЭТ с шагом не более 450 мм (фото 1).

При невыполнении этих требований покровный слой, выполненный стеклопластиком РСТ-410, теряет целостность, приводит к намоканию и увеличению тепловых потерь из-за освобождения краев стеклопластика из-под хомутов. Выбранный способ прокладки, так же, как и температурный график, оказывает влияние на величину тепловых потерь [10].

Для того, чтобы фактическая величина тепловых потерь на всех участках была сопоставима с расчётной, необходимо запретить следующее:

- проводить работы без наличия разработанной и согласованной соответствующим образом проектно-сметной документации;

При прокладке участков тепловых сетей надземным способом в условиях вечной мерзлоты оптимальным и проверенным решением является тепловая изоляция из минераловатных матов и покровного слоя из стеклопластика РСТ-410

- использовать устаревшее оборудование, снимаемое с производства;
- использовать при подземной прокладке трубопроводы в пенополиуретановой изоляции без системы оперативно-дистанционного контроля увлажнения изоляции (СОДК), а также трубы в других видах тепловой изоляции, конструкций которых не подразумевается наличие СОДК (за исключением текущего ремонта и других случаев) [8];
- при подземной прокладке устраивать тепловые камеры из бетонных фундаментных блоков ФБС (фото 2).

Текущий ремонт обычно связан с повреждениями «на шесть-восемь часов» по сечению трубопровода, как правило, происходящих в момент повышения температуры наружного воздуха — например, оттепели зимой.

Что касается самого материала металлической стенки трубы, то применяемые в настоящее время марки 17Г1С и 09Г2С обладают почти одинаковыми характеристиками. При выборе той или иной марки в проектной документации должна приводиться ссылка на технический документ, регламентирующий её применение, например, технические условия (ТУ).



С другой стороны, изготовление некоторого типа металлоконструкций и фасонных изделий просто не предусматривается: например, изготовление из стали марки 09Г2С трубы диаметром более 400 мм, в связи с чем простая замена стали без замены нормативно-технической документации не имеет смысла.

Для повышения надёжности при составлении технического задания целесообразно: увеличить толщину стенки трубопроводов (Ду150 с 4,5 до 6 мм, Ду50 с 3,5 до 4 мм; Ду32 с 2 до 4 мм); обеспечить 100 %-й контроль сварных стыков, например, методом ультразвукового контроля (УЗК).

При использовании температурного графика 95/70 °C снижается стоимость теплоизоляционного слоя за счёт уменьшения его толщины, определяемой необходимостью обеспечения нормируемой величины тепловых потерь (рис. 2), одновременно возрастают затраты электроэнергии на привод сетевых насосов и перекачку теплоносителя.

С другой стороны, ряд рассматриваемых температурных графиков приводит к высокой интенсивности внутренней коррозии ППУ-трубопроводов с температурами теплоносителя 60–85 °C при их работе на протяжении значительной части отопительного периода. Компания-подрядчик, задействованная при прокладке тепловых сетей, должна иметь на месте строительства следующих специалистов, требующихся для качественного монтажа СОДК:

- инженер пятой группы электробезопасности;
- электромонтажник — не ниже третьей группы электробезопасности;
- инженер-наладчик — не ниже четвертой группы электробезопасности.

Персонал должен иметь удостоверения установленной формы о проверке знаний правил работы в электроустановках с отметкой о группе по электробезопасности, присвоенной в установленном действующими нормами порядке [п. 46.2 «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» (в ред. Приказа Минтруда России от 19 февраля 2016 года №74н)].

Типовыми замечаниями являются:

- а) на этапе рассмотрения проектной и рабочей документации:
 - отсутствие плана землеустройства;
 - устройство запорной арматуры на ответвлении на некотором удалении от точки врезки в основной трубопровод — более целесообразно расположить её сразу за первым отводом (фото 3);
 - неверное обозначение категории трубопроводов (например, «IV категория согласно выведенного из использования свода правил безопасности» — правильно указывать «категория трубопроводов 1, группа рабочей среды 2»);
 - неустранимые замечания по локальным расчётам (ЛСР) и сводным сметным расчётам (ССР), в частности, замечаний по расценкам;
 - несвоевременное предоставление откорректированной документации, что задерживает проверку ведомостей объёмов работ (ВОР), что, в свою очередь, задерживает проверку ЛСР и ССР.
- б) на этапе рассмотрения исполнительной документации:
 - незначительные ошибки заполнения журналов сварочных, бетонных работ и журнала авторского надзора (например, отсутствие наименования объекта строительства, даты окончания журнала и т.д.);
 - отсутствие актов приёмки, например, системы оперативного дистанционного контроля (ОДК) [9].



ПРОМО

Сезонное предложение на оборудование Testo

Комплекты для измерения скорости потока, анализа работы систем вентиляции и кондиционирования, оценки качества воздуха в помещении по специальной цене

- **Комплект testo 440** с обогреваемой струной
- **Комплект testo 440** с крыльчаткой 16 мм
- **Комплект смарт-зондов** для систем вентиляции (в составе testo 605i, testo 805i, testo 405i, testo 410i)

На правах рекламы

Предложение действует с 17 мая по 30 сентября 2021 года

Заключение

Для достижения целевых показателей энергоэффективности на новых объектах систем централизованного теплоснабжения в условиях газификации отдалённых районов России рабочая и проектная документация должна разрабатываться в соответствии с действующей нормативно-технической документацией [17, 18].

В пояснительной записке должны содержаться исходные данные и условия для подготовки проектной документации на объект капитального строительства, а также правильно указываться реквизиты основных и ссылочных документов. Участник закупки должен предоставлять в составе своей заявки справку о кадровых ресурсах, документы, подтверждающие наличие квалификации (дипломы, свидетельства об обучении) и группы по электробезопасности.

При ремонте и модернизации существующих объектов инфраструктуры стоимость определяется протяжённостью участка, подлежащего замене, однако по-



Фото 3. Исполнение запорной арматуры на врезке в трубопровод участка магистральной тепловой городской сети

явление дефектов из-за воздействия наружной коррозии, как правило, носит локальный характер. Дефекты могут с равной периодичностью возникать на строго определённом отрезке, например, в месте пересечения с автомобильной дорогой или смежных областях. Особое внимание следует обращать на точки изменения

типа прокладки или его способа: например, начала или окончания гильзы или границ разгрузочной плиты. Для обеспечения целевых показателей энергоэффективности задача требуется решать комплексно: например, выявлять и устранять причину появления повреждений, а не решать проблему текущим ремонтом.

При составлении технического задания необходимо помнить, что всё, что не будет указано в техническом задании, исполнитель имеет право не включать в своё предложение и, как следствие, не выполнять. При реализации нового строительства должно быть запрещено:

- использовать трубопроводы и фасонные изделия из спирально-шовной трубы;
- использовать в качестве антикоррозионного покрытия трубопроводов и элементов конструкций тепловых сетей лаки на битумной основе («Кузбасслак», «БТ»).

С другой стороны, современные плёночные покрытия могут быть не только эффективным средством защиты от коррозии, но и способствовать снижению тепловых потерь [8, 10, 11]. ●



1. Ивантер А., Кудияров С. Хватит ли регионам России газа? [Электр. текст]. «Новости сибирской науки» от 23.11.2020. Режим доступа: sib-science.info. Дата обращ.: 20.03.2021.
2. Энергоэффективная блочно-модульная котельная прошла опытно-промышленную эксплуатацию в Пермском РНУ [Электр. текст]. Пресс-релиз АО «Транснефть — Прикамье» от 31.01.2020. Режим доступа: kama.transneft.ru. Дата обращ.: 10.05.2021.
3. Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 года: Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2009 №2094-р.
4. Бутузов В.А. Геотермальное теплоснабжение: столетний опыт работы российских научных школ // Энергия: экономика, техника, экология, 2019. №5. С. 16–32.
5. Фёдоров В.Т., Кокоев М.Н. Альтернативное теплоснабжение северных поселков городского типа // Промышленное и гражданское строительство, 2020. №8. С. 65–73.
6. Липовка Ю.Л., Венин А.С., Михайлова А.С. Гидравлический режим тепловой сети при переходе с открытой на закрытую систему теплоснабжения // Энергосбережение и водоподготовка, 2019. №6. С. 53–56.
7. Кикоть Е.А., Газизов Ф.Н. Выбор структуры тепловой генерации в городах РФ при актуализации схем теплоснабжения // Известия вузов. Проблемы энергетики, 2020. №5. С. 71–82.
8. Байдусенов Г.Н., Абильдинова С.К., Елеманова А.А., Садыков Р.А. Эффективность пенополиуретановых труб при модернизации теплосетей // Известия КГАСУ, 2020. №1. С. 109–117.
9. Чичерин С.В. Резервы снижения тепловых потерь сетей и повышения надёжности теплоснабжения: анализ проектной и исполнительной документации // Вестник ВолгГАСУ. Серия: Строительство и архитектура, 2020. №1. С. 204–215.
10. Банникова С.А., Захаров В.М., Козлова М.В. Экспериментальное определение тепловых потерь сети теплоснабжения для их использования в устройстве утилизации // Вестник ИГЭУ, 2019. №1. С. 5–11.
11. 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.
12. Wolfrum D., Neidhart T. District heating pipes buried in temporarily flowable backfill materials. Energy Procedia. 2008. Vol. 149. Pp. 170–178.
13. Shi Y., Du J., Worthy D.A. The impact of engineering information formats on learning and execution of construction operations: A virtual reality pipe maintenance experiment. Automation in Construction. 2020. Vol. 119. No. 103367.
14. Чичерин С.В., Жуйков А.В. [Проверка состава оборудования ИТП на соответствие требований заказчика, нормативно-технического регулирования и целесообразности](#) // Журнал СОК, 2020. №6. С. 30–34.
15. Чичерин С.В. [Специфика составления задания на проектирование раздела ОВиК объектов детских и спортивных учреждений](#) // Журнал СОК, 2020. №3. С. 34–37.
16. Luc K.M., Li R., Xu L. et al. Energy flexibility potential of a small district connected to a district heating system. Energy and Building. 2020. Vol. 225. No. 110074.
17. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию: Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 №87-ПП (ред. от 27.10.2015).
18. ГОСТ Р 21.101–2020. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. — М.: Стандартинформ, 2021.

[References — see page 79.](#)

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



**XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**

Ufi
Approved
Event



Котлы и горелки
BOILERS AND BURNERS

Санкт-Петербург

Дата проведения уточняется

Х Международный конгресс



**Энергосбережение и
энергоэффективность –
динамика развития**

ОРГАНИЗАТОР: **FarEXPO**
Международная выставка и конгресс



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

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1, павильон 6

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:





Нестационарная теплопроводность в многослойной стене при аномальных зимних погодных условиях

Рецензия эксперта на статью получена 09.03.2021 [The expert review on the article received on Mart 9, 2021].

Во многих населённых пунктах России периодически наблюдаются аномальные зимние погодные условия, включающие в себя резкое увеличение скорости ветра. Классическим примером таких аномалий является «борь» в городе Новороссийск — сильный ветер северо-восточного направления, достигающий скорости в порывах до 80 м/с, и одновременное резкое понижение температуры воздуха в холодный период года. Продолжительность борь — от суток до недели. Суточный перепад температур во время борь в этот период может достигать 40°C [1, 2].

Энергетически эффективное поддержание комфортных условий микроклимата в обитаемых помещениях, как при расчётах погодных условиях, так и в период таких аномалий, в соответствии с требованиями технических регламентов [3], обеспечивается путём создания достаточно высокого термического сопротивления конструкции наружных стен. Даже если исключить возникновение аварий в системах электроснабжения, вызванных аномальными явлениями, продолжительные изменения внешних условий теплообмена могут обусловить снижение температуры на внутренней поверхности стен и результирующей температуры, нормирование которой определено Федеральным законом №384-ФЗ [4]. Для обеспечения энергетически эффективного и экономичного

термического сопротивления строительных конструкций наружных стен применяются многослойные конструкции, один из слоёв которых предназначен для создания «барьера» при распространении теплового потока. Целью настоящей работы является разработка методики и анализ результатов решения задачи нестационарной теплопроводности в многослойной стене здания при аномальных зимних погодных условиях в городе Новороссийске.

Энергетически эффективное поддержание комфортных условий микроклимата в помещениях обеспечивается путём создания достаточно высокого термического сопротивления конструкции наружных стен

Рассмотрим теплофизические особенности процесса теплообмена в многослойной стене в общей постановке.

Расчёт произведём без учёта фазовых превращений и зависимостей теплофизических характеристик сопряжённых слоёв в зависимости от температуры. Многослойная стена в условиях одномерности описания процессов теплопередачи в рассматриваемой в статье задаче моделируется пятислойной: первый слой — кера-

УДК 536.2, 536.3. Номер научной специальности: 05.23.03.

Нестационарная теплопроводность в многослойной стене при аномальных зимних погодных условиях

А. В. Фомин, к.т.н., доцент; О. В. Мкртычев, к.ф.-м.н., доцент, Новороссийский филиал Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (БГТУ, г. Новороссийск)

В статье рассматриваются вопросы энергетически эффективного поддержания комфортных условий микроклимата в обитаемых помещениях в период погодных аномалий. Решена задача нестационарной теплопроводности с нестационарными граничными условиями третьего рода в многослойной стене здания при аномальных зимних погодных условиях в городе Новороссийске. Решение задачи нестационарной теплопроводности осуществляется методом прямых.

Ключевые слова: нестационарная теплопроводность в многослойной конструкции, нестационарные граничные условия, зимние погодные аномалии, метод прямых.

UDC 536.2, 536.3. The number of scientific specialty: 05.23.03.

Nonstationary thermal conductivity in a multilayer wall under abnormal winter weather conditions

A. V. Fomin, PhD, Associate Professor; O. V. Mkrtychev, PhD of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Novorossiysk Branch of Belgorod Shukhov State Technology University (Novorossiysk city)

The article deals with the issues of energy-efficient maintenance of comfortable microclimate conditions in inhabited premises during weather anomalies. The problem of non-stationary thermal conductivity with non-stationary boundary conditions of the third kind in a multilayer wall of a building under abnormal winter weather conditions in the Novorossiysk city is solved. The solution of the problem of non-stationary thermal conductivity is carried out by the method of straight lines.

Key words: nonstationary thermal conductivity in a multilayer structure, nonstationary boundary conditions, winter weather anomalies, method of straight lines.

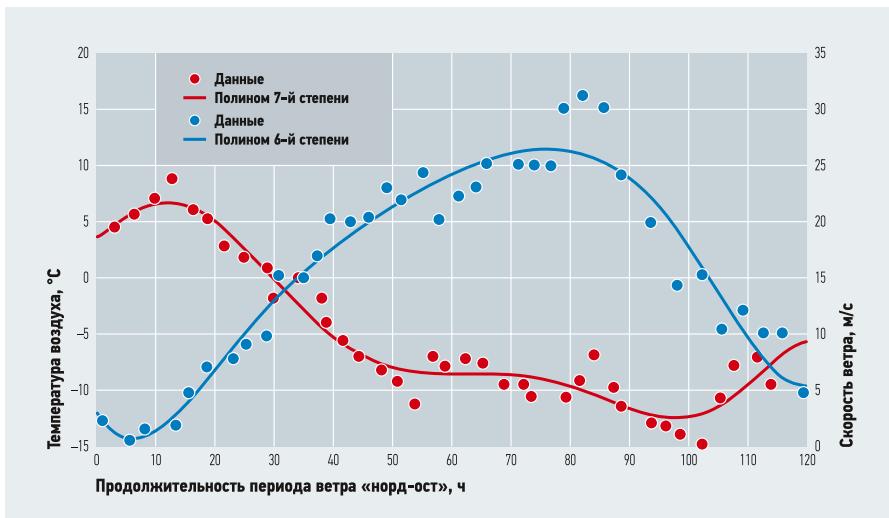


Рис. 1. Измеренные значения (а — атмосферной температуры, б — скорости ветра)

мический поверхностный слой: второй — теплоизоляционный слой, третий — слой, обеспечивающий прочность конструкции; четвёртый и пятый слои — неметаллические слои, обеспечивающие выравнивание и декорирование внутренней поверхности стены помещения.

Изменение температуры по сечению (вдоль координаты x) в любой момент времени для каждого слоя многослойной стены определяется из решения системы дифференциальных уравнений в частных производных:

$$c_i(T) \rho_i(T) \frac{\partial}{\partial t} T(x, t) = \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda(x, T) \frac{\partial}{\partial t} T(x, t) \right], \quad (1)$$

где i — индекс, определяющий принадлежность параметров к различным слоям многослойной стены; $c_i(T)$ — удельная теплоёмкость материала i -го слоя как функция температуры; $\rho_i(T)$ — плотность материала i -го слоя как функция температуры; $\lambda(x, T)$ — коэффициент теплопроводности материала как функция температуры T и координаты x , направленной по нормали к поверхности стены.

Условия теплового сопряжения на границах слоёв имеют вид:

$$x = x_i, T_i = T_{i-1},$$

что соответствует условию неразрывности функции температуры.

Выбор граничных условий для рассматриваемой постановки задачи предлагаются сделать из следующих условий. На внешней поверхности многослойной стены происходит конвективный теплообмен при переменных во времени значениях температуры атмосферного воздуха и коэффициента теплоотдачи, кото-

рый описывается аналогично граничному условию III рода:

$$\lambda_1 \frac{\partial T}{\partial x} = -\alpha_h(t) [T - T_c(t)], \quad (2)$$

где $\alpha_h(t)$ — коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены; $T_c(t)$ — температура атмосферного воздуха.

Суточный ход температуры атмосферного воздуха в период борьбы имеет общие закономерности, такие как резкое снижение в первые сутки, суточные колебания и т.п., и зависит от многих факторов. В качестве исходных данных примем задокументированные атмосферные процессы конца января — начала февраля 2012 года [1].

Измеренные значения температуры атмосферного воздуха в период с 24 февраля 2012 года представлены на рис. 1а.

Принятые на рис. 1а обозначения таковы: треугольные маркёры обозначают измеренное значение температуры атмосферного воздуха (нулевая ордината соответствует времени 00:00 на 24 февраля); сплошная линия соответствует полиному седьмой степени, аппроксимирующему эти значения и имеющему вид:

$$T_c(t) = \sum_{i=0}^7 (a_i t^i). \quad (3)$$

Коэффициенты полиномиальных аппроксимаций (3)–(5)

табл. 1

i	a_i	b_i	c_i
0	3,5517	3,0846	7,2539
1	0,00010077	-0,00024908	9,034
2	$1,1275 \times 10^{-9}$	$7,6157 \times 10^{-9}$	$3,4657 \times 10^{-9}$
3	$-6,1298 \times 10^{-14}$	$-6,3949 \times 10^{-14}$	$-1,9353 \times 10^{-14}$
4	$5,5271 \times 10^{-19}$	$2,6232 \times 10^{-19}$	$3,7656 \times 10^{-20}$
5	$-2,1311 \times 10^{-24}$	$-5,2868 \times 10^{-25}$	$-2,859 \times 10^{-26}$
6	$3,8097 \times 10^{-30}$	$4,0966 \times 10^{-31}$	—
7	$-2,5888 \times 10^{-36}$	—	—

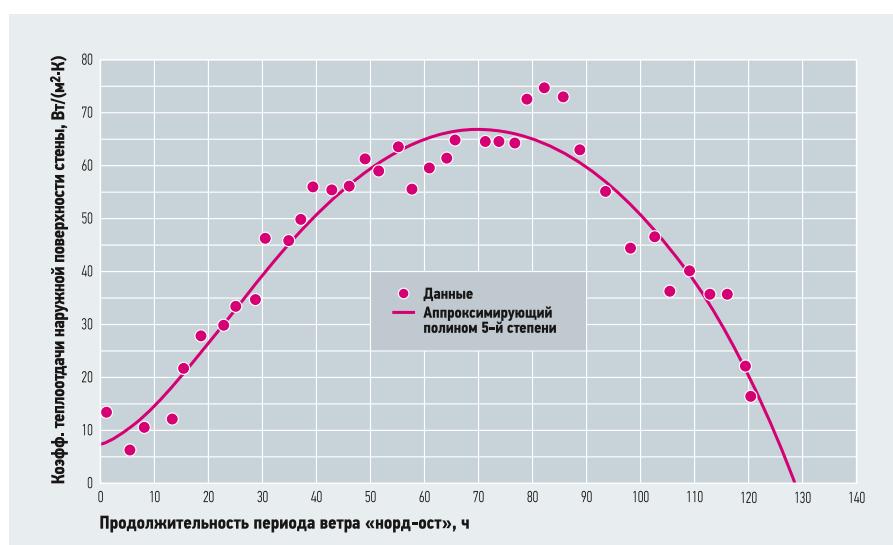
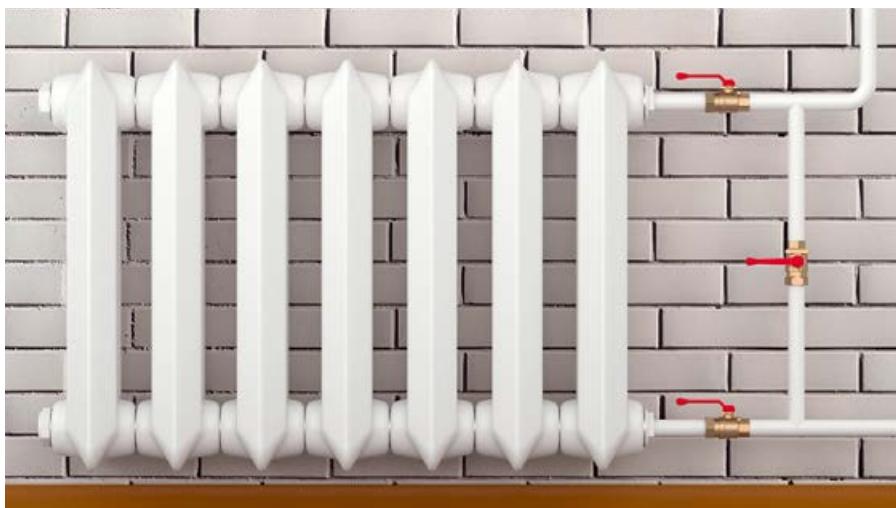


Рис. 2. Коэффициент теплоотдачи от наружной стены

Коэффициенты полинома седьмой степени, полученные по результатам обработки данных рис. 1а, для значений времени [секунды], представлены во втором столбце табл. 1 «Коэффициенты полиномиальных аппроксимаций (3)–(5)».

Измеренные значения скорости ветра в период с 24 февраля показаны на рис. 1б. Принятые на рис. 2б обозначения: треугольные маркёры показывают измеренное значение скорости ветра (нулевая ордината соответствует времени 00:00 на 24 февраля); сплошная линия соответствует полиному шестой степени, аппроксимирующему эти значения и имеющему следующий вид:

$$v_c(t) = \sum_{i=0}^6 (b_i t^i). \quad (4)$$



Коэффициенты полинома шестой степени, полученные по результатам обработки данных рис. 1б, для значений времени, выраженных в секундах, представлены в третьем столбце табл. 1.

Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены также зависит от скорости ветра и может быть определён по формуле Франка [5]:

$$\alpha_h = 7,34 v^{0,656} + 3,78 e^{-1,91v},$$

где α_h — коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; v — скорость ветра, $\text{м}/\text{с}$.

График изменения (в период «нордоста») рассчитанных по этой формуле значений коэффициента теплоотдачи от наружной поверхности стены показан на рис. 2. Принятые на рис. 2 обозначения: треугольные маркёры показывают измеренное значение скорости ветра, (нулевая ордината соответствует времени 00:00 на 24 февраля); сплошная линия соответствует полиному пятой степени, аппроксимирующему эти значения:

$$\alpha_h(t) = \sum_{i=0}^5 (c_i t^i). \quad (5)$$

Коэффициенты полинома пятой степени, полученные по результатам обработки данных рис. 2, для значений времени, выраженных в секундах, представлены в четвёртом столбце табл. 1.

Будем считать, что на внутренней поверхности многослойной стены происходит конвективный теплообмен при постоянных во времени значениях температуры воздуха и величин коэффициента теплоотдачи:

$$\lambda_h \frac{\partial T}{\partial x} = -\alpha_b (T - T_b), \quad (6)$$

где α_b — коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности стены; T_b — температура воздуха внутри помещения.

Величина коэффициента α_b , в соответствии с рекомендациями [3], принята равной $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Для решения задачи нестационарной теплопроводности могут использоваться разнообразные численные методы [6]. Для решения задач со сложными, изменяющимися во времени граничными условиями можно весьма эффективно использовать метод прямых [7].

В качестве примера исходных данных для решения рассматриваемой задачи используем параметры конструкции внешней стены жилого коттеджа, состоящей из четырёх слоёв строительных материа-

«Барьерный» слой теплоизоляции стены существенно снижает амплитуду колебаний температуры. Значение мощности теплового потока от внутренней поверхности стены к концу периода погодной аномалии превышает значение мощности, рассчитанное для условий стационарной теплопроводности, в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012

Теплофизические характеристики многослойной стены

табл. 2

Материал	Толщина, м	Коэффи. теплопроводности материала, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Термическое сопротивление слоя, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	Удельная теплоёмкость материала, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	Плотность материала, $\text{кг}/\text{м}^3$
Бетон с полимерными компонентами	0,02	1,600	0,01	840	2400
Пенополистирол ПСБ-С 35	0,06	0,032	1,88	1450	35
Блок муровой, малоцементный	0,20	0,600	0,33	700	1800
Раствор цементно-песчаный	0,02	0,930	0,02	840	1800
Толщина стены суммарная, м	0,28				
Суммарное термическое сопротивление стены, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	2,24				

лов (пятый слой объединён с четвёртым ввиду незначительности его толщины и схожести теплофизических характеристик), свойства которых представлены в табл. 2.

В качестве начальных условий примем стационарное распределение температуры по толщине данной стены в момент времени 23:00 на 23 февраля 2012 года, когда были зарегистрированы $T_{0c} = 4^\circ\text{C}$ и $T_{0b} = 20^\circ\text{C}$.

Дискретизацию уравнения (1), в соответствии с методом прямых, в точках, отличных от граничных, произведём с использованием центрально-разностной схемы второго порядка для вторых производных, имеющей вид:

$$\frac{\partial T_j}{\partial t} = \frac{1}{c_j \rho_j \Delta x_j} \times \left[\frac{\lambda_{j+1}(T_{j+1} - T_j)}{\Delta x_j} - \frac{\lambda_j(T_j - T_{j-1})}{\Delta x_{j-1}} \right], \quad (7)$$

где T_j , c_j , ρ_j и λ_j — температура, теплоёмкость, плотность и коэффициент теплопроводности в j -й точке дискретного разбиения слоёв конструкции стены, соответственно; Δx_j — расстояние между двумя соседними точками.

Для обеспечения порядка аппроксимации первой производной, не меньшего, чем порядок аппроксимации для точек, отличных от граничных, дискретизацию уравнения (2) на внешней поверхности стены произведём с использованием разностной схемы второго порядка для первой производной с разностями вперёд, что имеет вид:

$$\alpha_h(t)[T_c(t) - T_1] = -\lambda_1 \frac{-T_3 + 4T_2 - 3T_1}{2\Delta x_1}, \quad (8)$$

и после преобразований получим значение температуры для внешнего поверхностного слоя:

$$T_1 = \frac{2\alpha_h(t)T_c(t)\Delta x_1 - \lambda_1 T_3 + 4\lambda_1 T_2}{3\lambda_1 + 2\Delta x_1 \alpha_h(t)}. \quad (9)$$

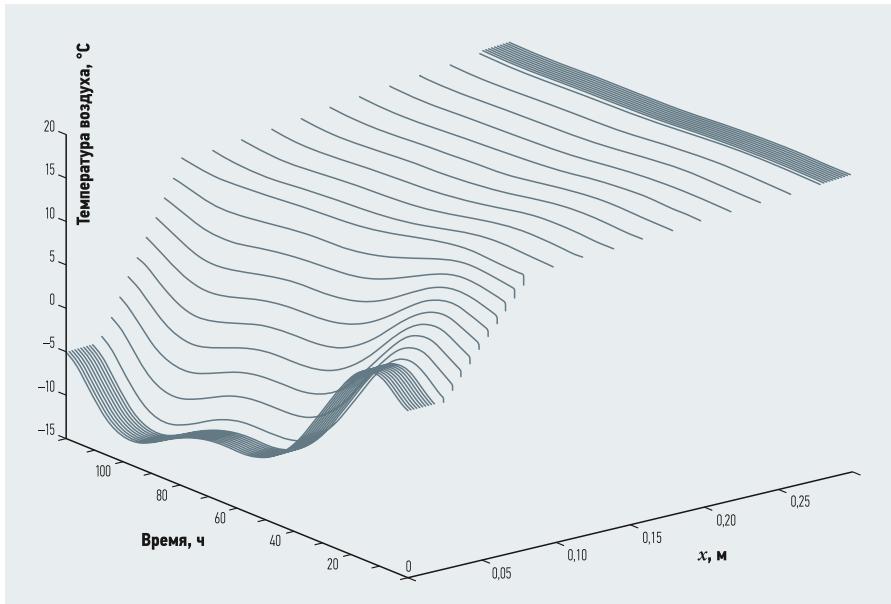


Рис. 3. График изменения температуры по толщине стены в течение погодной аномалии

Аналогично, дискретизацию уравнения (6) на внутренней поверхности стены произведём с использованием разностной схемы для первой производной второго порядка с разностями назад, что имеет следующий вид:

$$\alpha_B(T - T_B) = -\lambda_n \frac{-T_{n-2} + 4T_{n-1} - 3T_n}{2\Delta x_n}, \quad (10)$$

и после преобразований получим значение температуры для внутреннего поверхностного слоя стены:

$$T_n = \frac{2\alpha_B T_B \Delta x_n - \lambda_n T_{n-2} + 4\lambda_n T_{n-1}}{3\lambda_n + 2\Delta x_n \alpha_B}. \quad (11)$$

Для обеспечения порядка аппроксимации второй производной не меньшего, чем порядок аппроксимации для точек, отличных от граничных, дискретизацию уравнения (1) можно произвести, используя четырёхточечные формулы [8] с разностями вперёд для первого слоя:

$$\frac{dT_1}{dt} = \frac{\lambda_1}{c_1 \rho_1 \Delta x_1} \left(\frac{2T_1 - T_4 + 4T_3 - 5T_2}{\Delta x_1} \right), \quad (12)$$

и аналогичные с разностями назад для последнего слоя стены:

$$\frac{dT_n}{dt} = \frac{\lambda_n}{c_n \rho_n \Delta x_n} \left(\frac{2T_n - T_{n-3} + 4T_{n-2} - 5T_{n-1}}{\Delta x_n} \right). \quad (13)$$

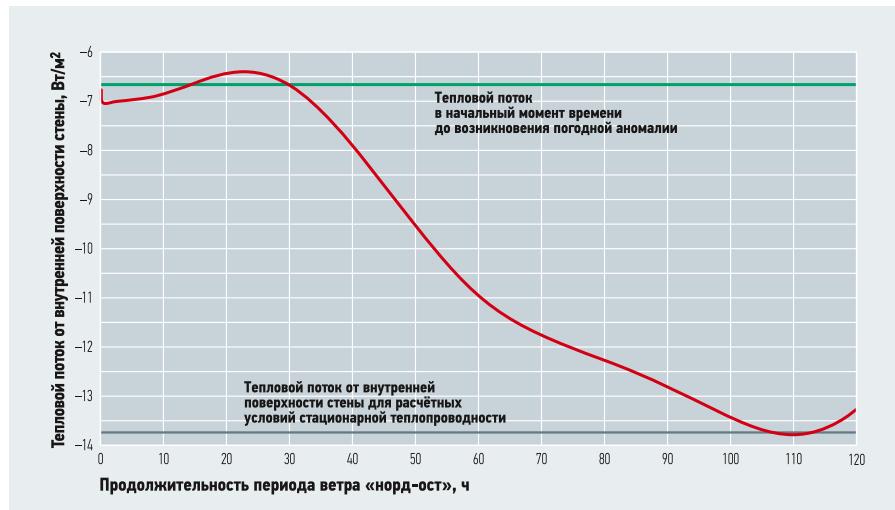


Рис. 4. График изменения мощности теплового потока у внутренней поверхности стены

Для решения рассматриваемой задачи нестационарной теплопроводности в многослойной стене здания каждый слой теплоизоляции был разбит на десять отрезков равной величины по каждому слою, и составлена программа, реализующая систему из дифференциальных уравнений (7)–(13) в программной среде MATLAB. Решение системы дифференциальных уравнений (7)–(13) осуществлялось с помощью численных методов Рунге-Кутты с автоматическим выбором шага при помощи встроенной функции.

Результаты решения для исходных данных, представленных в табл. 1, показаны в графическом виде на рис. 3 и 4.

Представленная на рис. 4 серая прямая линия соответствует значению мощности теплового потока от внутренней поверхности стены для расчётных условий стационарной теплопроводности, нормируемых в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 [3], а зелёная прямая линия соответствует тепловому потоку в начальный момент времени до возникновения погодной аномалии.

Выводы

Из анализа представленных графиков можно сделать следующие выводы. Наличие «барьерного» слоя теплоизоляции стены существенно снижает амплитуду колебаний температуры. Значение мощности теплового потока от внутренней поверхности стены к концу периода погодной аномалии превышает значение мощности, рассчитанное для условий стационарной теплопроводности, в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 [3], что требует создания соответствующего запаса мощности теплогенераторов и отопительных приборов для поддержания комфортных условий в обитаемых помещениях.

- Гавриков А.В., Иванов А.Ю. Аномально сильная бора на Чёрном море: наблюдение из космоса и численное моделирование // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2015. Т. 51. №5. С. 1–12.
 - Боря (ветер) [Электр. текст]. Википедия. Режим доступа: ru.wikipedia.org. Дата обращ.: 17.05.2016.
 - СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализ. ред. СНиП 23-02-2003 (с Изм. №1). — М.: Стандартинформ, 2012. 100 с.
 - Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Фед. закон от 30.12.2009 №384-ФЗ.
 - Леденев В.И., Матвеева И.В. Физико-технические основы эксплуатации наружных кирпичных стен гражданских зданий: учеб. пособие. — Тамбов: Изд-во ТГГУ, 2005. 160 с.
 - Солодов А.П. Тепломассообмен в энергетических установках: электронная книга [Электр. текст]. НИУ «МЭИ». Режим доступа: twt.mpei.ac.ru. Дата обращ.: 12.02.2017.
 - Фомин А.В. Численное решение задачи Стефана методом прямых // Промышленная теплотехника, 1986. Т. 8. №5. С. 10–13.
 - Волков Е.А. Численные методы. — М.: Наука, 1987. 248 с.
- [References — see page 79.](#)



Энергетика России на основе ВИЭ: история и современность

Приведены данные установленной мощности видов возобновляемой энергетики в мире и в России по состоянию на 1 января 2020 года. В дореволюционной России основными видами используемых ВИЭ были дрова, торф и гидроэнергия. Указаны объемы гидроэнергетики в 1913 году, даны примеры электростанций на торфе, книг по дровяному отоплению. Представлены данные об основателях научных школ по солнечной, геотермальной, ветровой энергетике, а также другая актуальная и полезная информация.

Авторы: В.А. БУТУЗОВ, д.т.н., доцент, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина (КубГАУ, г. Краснодар); П.П. БЕЗРУКИХ, д.т.н., с.н.с., Московский энергетический институт (НИУ «МЭИ», г. Москва); В.В. ЕЛИСТРАТОВ, д.т.н., с.н.с., Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ, г. Санкт-Петербург)

В данной статье также отмечена роль Императорской Академии наук в комплексном исследовании возобновляемых источников энергии, а также плана ГОЭЛРО (1920 год) в системном использовании возобновляемой энергетики (гидроэлектростанции, торфяные электростанции). Указаны основные научные центры СССР по возобновляемой энергетике и лидеры отдельных видов возобновляемой энергетики (ВЭ) и их достижения. Отмечены организационная работа по ВЭ в СССР и основные результаты научных коллективов современной России. Анализируется законодательное обеспечение развития ВИЭ в СССР и в России. Указаны основные нормативные документы. Представлен перечень основных монографий и публикаций по российскому опыту использования ВИЭ, а также специализируемых журналов и разделов по ВИЭ энергетических журналов. Описана деятельность российских научно-технических ассоциаций.

Введение

Возобновляемая энергетика (ВЭ) мира, особенно ветровая и солнечная, в последние десятилетия развивается быстрыми темпами. На рис. 1 представлена диаграмма установленной мощности ветроэнергетики, фотоэнергетики, солнечного и геотермального теплоснабжения, геотермальных электростанций (ГеоТЭС) на 1 января 2020 года.

Общая установленная мощность возобновляемой энергетики России, включая ГЭС, по данным Энергетического совета СНГ [1], на 1 января 2020 года составляла 55 190 МВт. На рис. 2 представлены значения установленной мощности ВЭ РФ на 1 января 2020 года.

Мощности фотоэлектрических станций (ФЭС) указаны по данным [2], ветроэлектрических станций (ВЭС) — по материалам авторов, малых ГЭС — по данным д.т.н. В.В. Елистратова, геотермальных электростанций (ГеоТЭС) — по материалам [3], геотермального теплоснабжения — по данным [4], солнечного теплоснабжения — по материалам [5].

ВИЭ в XIX–XXI веках

В дореволюционной России основными видами ВИЭ были дрова, торф и гидроэнергетические ресурсы («белый уголь»). Опыт дровяного отопления описан в книге академика архитектуры Николая Александровича Львова (1751–1803) «Русская пиростатика», переведённой в том числе на французский язык. В 1851 году был учреждён Комитет развития торфодобывающей промышленности. Одним из инициаторов применения торфа на электростанциях был выпускник Императорского Московского университета, стажировавшийся в Кембридже (Англия), предприниматель Савва Тимофеевич Морозов (1862–1905). На его

Общая установленная мощность возобновляемой энергетики РФ, включая ГЭС, по данным Энергетического совета СНГ, составляет 55 190 МВт. В дореволюционной России основными видами ВИЭ были дрова, торф и гидроэнергетические ресурсы («белый уголь»)

заводах были построены торфяные электростанции, первая — в 1903 году на Никольской мануфактуре во Владимирской губернии, а вторая — в 1912-м на Тверской мануфактуре (12 МВт). До революции 1917 года самая мощная торфяная Богородская электростанция (15 МВт, построена в 1915 году) работала в Подмосковье (ныне Ногинский район).

В 1913 году в России работали около 5000 гидротурбин общей мощностью 200 МВт. Самая мощная Гиндукушская ГЭС (1,35 МВт) была построена в 1909-м на реке Мургаб в Туркестане. 57% российского рынка обеспечивалось гидротурбинами отечественного производства. В 1907 году в Санкт-Петербургском электротехническом институте началась подготовка инженеров по специальности «Строительство ГЭС» [6].

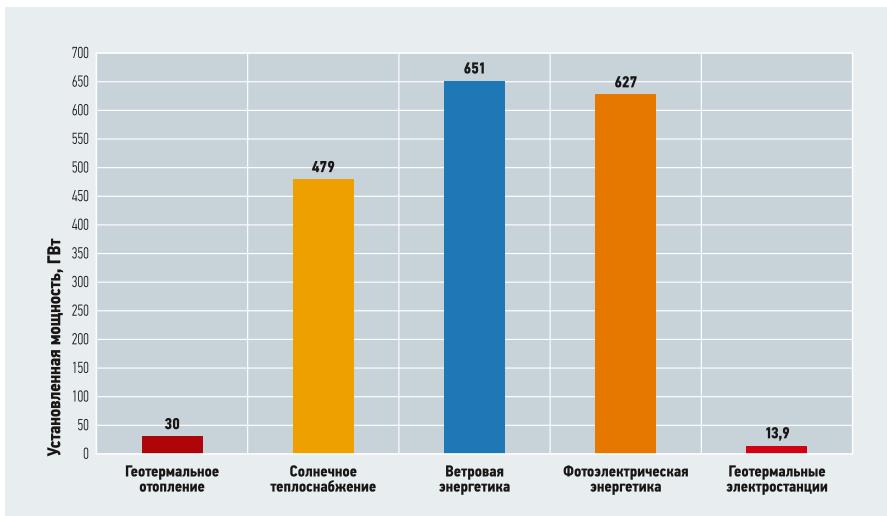


Рис. 1. Возобновляемая энергетика мира в ГВт на 1 января 2020 года

Российская солнечная энергетика в начале XX века развивалась по двум направлениям. Д.т.н. Борис Петрович Вейнберг (1871–1942) разрабатывал солнечные опреснительные установки и тепловые гелиоустановки. Д.т.н. Абрам Фёдорович Иоффе (1880–1960) в 1905 году в своей диссертации, подготовленной в городе Мюнхене под руководством знаменитейшего немецкого физика Вильгельма Рентгена, изложил теоретические основы создания фотоэлектрических элементов [2].

Пионером геотермальных исследований в России в начале XX века был геолог Леонид Антонович Ячевский (1858–1916), который в 1905 году опубликовал ряд соответствующих статей.

Российская ветроэнергетика была основана Николаем Егоровичем Жуковским (1847–1921), который с 1914 года разрабатывал её аэродинамические принципы. В 1920 году им был организован Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ), имевший в своём составе отдел ветряных двигателей.

Академический подход к комплексу вопросов использования ВИЭ был реализован Императорской Академией наук

в 1916 году созданием Комиссии по изучению естественных производительных сил (КЕПС), которая издавала сборники трудов, в том числе в 1919 году том I «Ветер как двигательная сила», в 1921–1923-м — том II «Белый уголь» (гидроэнергетика).

Системный подход к развитию энергетики, в том числе возобновляемой, был реализован в 1920 году при разработке ГОЭЛРО — плана электрификации Советской России. Из ВИЭ при этом масштабное использование получили торфяные и гидравлические районные электростанции. Самая мощная в те времена торфяная электростанция «Уткина Заводь» (60 МВт) в Ленинграде была построена в 1922 году, а в 1932-м была возведена

«краса и гордость СССР» — легендарная ДнепроГЭС (560 МВт). В Крыму в том же году была сооружена самая мощная в мире ВЭС того времени — Балаклавская (100 кВт), концепция создания которой предвосхитила современные ВЭС. В 1930–1940-е годы в Арктике работали десятки ВЭУ единичной мощностью 20–30 кВт.

В СССР в 1930-е годы основными научными центрами возобновляемой энергетики были Энергетический институт АН СССР (ЭНИН) и ЦАГИ. В ЭНИН солнечную энергетику курировал академик Михаил Викторович Кирпичёв (1879–1955). В ЦАГИ ветроэнергетику развивал д.т.н. Владимир Петрович Ветчинкин (1888–1950).

Геотермальная энергетика в СССР получила развитие в 1960-е годы. В 1961 году был организован Совет геотермальных исследований Академии наук Советского Союза. По инициативе академика Михаила Алексеевича Лаврентьева (1900–1980)



в 1966 году на Камчатке была построена первая в СССР Паужетская геотермальная электростанция прямого цикла мощностью 10 МВт, а в 1967-м — первая в мире бинарная Паратунская геотермальная электростанция мощностью 630 кВт с промежуточным легкокипящим рабочим телом. В 1964 году д.т.н. Б. В. Тарнижевский построил первую в мире фотоэлектрическую электростанцию с концентраторами солнечного излучения мощностью 250 Вт для объекта в пустыне Каракум (Туркмения). В 1985 году в Крыму была построена первая в СССР термодинамическая СЭС мощностью 5 МВт, а также основан Центр возобновляемой энергетики ЭНИН в Крыму (д.т.н. Б. В. Тарнижевский).

Единственная российская Кислогубская приливная электростанция (ПЭС) была выполнена по проекту и построена в 1977 году в наплавном варианте под руководством д.т.н. Льва Борисовича Бернштейна (1910–1996) на губе Кислая у посёлка Ура-Туба в Мурманской области. Первая очередь — одна капсульная турбина 400 кВт, вторая очередь (после реконструкции) — ортогональная турбина 1,5 МВт в 2006 году.

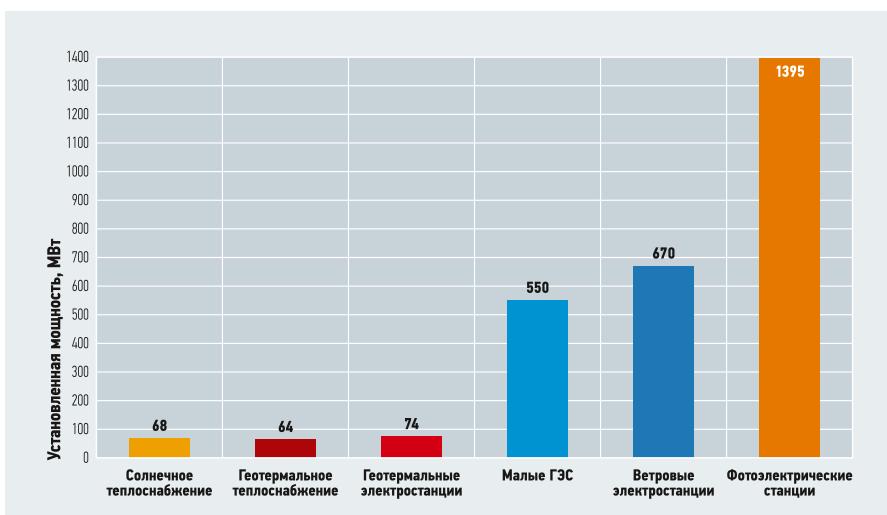


Рис. 2. Установленная мощность возобновляемой энергетики РФ в МВт на 1 января 2020 года

С 1955 года работы по производству фотоэлектрических преобразователей в СССР получили интенсивное развитие в московском Всесоюзном научно-исследовательском институте источников тока (ВНИИТ), который решал задачи по обеспечению электроэнергией всех космических объектов СССР. При этом необходимо отметить большую роль в развитии советской космической фотоэнергетики члена-корреспондента РАН Николая Степановича Лидоренко, работавшего генеральным директором и главным конструктором ВНИИТ, затем НПО «Квант» с 1950 по 1986 годы (далее НПП «Квант»).

тут проблем геотермии Дагестанского филиала АН СССР [7]. Академические исследования в ИВТ АН (ныне ОИВТ РАН) дополнялись экспериментальными работами и внедрением опытных образцов. В 1980 году в Армении был разработан и построен первый в СССР «солнечный дом». В 2010-м ОИВТ разработал и внедрил на объектах Специальной астрофизической лаборатории (САО) РАН в Кабардино-Балкарии 20 установок с использованием ВИЭ, в том числе уникальную теплонасосную установку охлаждения Большого азимутального телескопа и отопления его вспомогательных поме-

в «Атласе ресурсов возобновляемой энергии на территории России» [9].

Институт проблем геотермии РАН в Махачкале (Республика Дагестан) является единственным в России научным центром по этому направлению. В его составе под руководством д.т.н. А. Б. Алхасова [10] шесть научных лабораторий: энергетики, геотермомеханики, комплексного освоения возобновляемых энергоресурсов, теплофизики, возобновляемой энергии, физико-химических особенностей термальных вод и экологии, аккумулирования низкопотенциального тепла и солнечной энергии. Численность института составляет 127 человек, в том числе 20 докторов и 29 кандидатов технических наук.

В 2019 году Институт вошёл в состав Объединённого института высоких температур РАН (ОИВТ РАН) в качестве филиала как Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики.

Большой вклад в развитие ВИЭ в России вносит коллектив научной школы по гидроэнергетике и возобновляемой энергетике в Санкт-Петербургском политехническом университете под руководством академика РАН Юрия Сергеевича Васильева и д.т.н., профессора Виктора Васильевича Елистратова [11–13]. Одним из основных направлений научной деятельности школы является создание научно-технических и технологических принципов и методологии развития автономной генерации России на основе ВИЭ с адаптированным к российским климатическим условиям оборудованием и интеллектуальными системами управления. Данный университет является ведущей российской организацией по подготовке специалистов по возобновляемой энергетике: разработана методическая база из 30 учебных пособий и монографий, оборудованы стенды по каждому виду возобновляемых источников энергии, подготовлено более 500 специалистов, 50 докторов и кандидатов технических наук.

Для подготовки молодых специалистов по ВИЭ чрезвычайно важны школы молодых учёных. С 2012 года до последних дней жизни председателем оргкомитета такой школы в МГУ был заведующий Научно-исследовательской лабораторией (НИЛ) МГУ д.ф.-м.н. Александр Алексеевич Соловьёв (1943–2020). Активное участие в работе школы принимают ОИВТ РАН и Всероссийский институт механизации. Членом-корреспондентом Российской академии наук Э. Э. Шпильрайном были организованы и в настоящее время проводятся конференции Школы молодых учёных по проблемам возобновляемых энергоресурсов в Махачкале.



••• Мутновская ГеоЭС мощностью 50 МВт — крупнейшая геотермальная электростанция России

Комплексное развитие ВЭ в СССР связано с деятельностью председателя Госкомитета СССР по науке и технике (ГКНТ) академика Владимира Алексеевича Кириллина (1913–1999). В 1981 году совместным постановлением АН, ГКНТ и Госплана СССР была принята программа по решению научно-технической проблемы 00.01.08 «Создать и внедрить солнечные, ветровые установки и устройства для производства тепла и электрической энергии». Под председательством члена-корреспондента Академии наук Эвальда Эмильевича Шпильрайна (1926–2009) в составе АН СССР был создан Совет по нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии. После 1993 года этот Совет был преобразован в Научный совет РАН по возобновляемой энергетике, который до 2009 года возглавлял Э. Э. Шпильрайн, а в настоящее время — д.т.н. Олег Сергеевич Попель. Этот Совет координировал работу уже имевшихся в СССР научных центров по ВИЭ: ЭНИН, Института высоких температур (ИВТ) АН СССР, Физико-технического института Узбекской Академии наук, НПО «Квант» и других. В городе Махачкале был построен опытный полигон ИВТ АН «Солнце», и в 1980 году в этом же городе был организован Инсти-

щений. Одним из ведущих российских специалистов по использованию солнечной энергии для производства тепловой энергии является сотрудник ОИВТ, к.т.н. Семён Ефимович Фрид [8].

Создание ОИВТ РАН в 2015 году, совместно с лабораторией ВИЭ МГУ (заведующий лабораторией д.ф.-м.н. А. А. Соловьёв), базы климатических данных территории России объёмом около 4 ТБ является наиболее масштабной работой по возобновляемой энергетике в России. Данная база была разработана с учётом американской базы данных NASA Power, нескольких европейских климатических баз, Мирового центра радиационных данных, а также российских метеостанций. Материалы базы представлены на интернет-портале «ГИС ВИЭ России», а также

Создание ОИВТ РАН в 2015 году, совместно с лабораторией ВИЭ МГУ (заведующий лабораторией д.ф.-м.н. А. А. Соловьёв), базы климатических данных территории РФ объёмом около 4 ТБ является наиболее масштабной работой по возобновляемой энергетике в России



Законодательное обеспечение

В развитии возобновляемой энергетики России особенно важен вклад д.т.н., профессора Павла Павловича Безруких (1938 г.р.) [14]. Выпускник МЭИ, прошедший многолетнюю практику на инженерных и руководящих постах, Павел Павлович в 1986 году начинает свою служение возобновляемой энергетике в Бюро по топливно-энергетическому комплексу (ТЭК) Совета Министров (СМ) СССР. Он был ответственным исполнителем первой в Советском Союзе комплексной масштабной программы развития ВИЭ. Мероприятия по увеличению использования в 1987–1990 годах нетрадиционных источников энергии в народном хозяйстве были утверждены совместным постановлением ведущих структур советского правительства: Госпланом СССР, Бюро СМ по ТЭК, Государственным комитетом по науке и технике. Реализация этих мероприятий была обеспечена финансированием, заданиями по разработке технологий и конструкций, освоением серийного производства оборудования, и формированием структур по его обслуживанию. По каждому виду возобновляемой энергии министерствам и советам министров союзных республик были даны задания. Объёмы добычи геотермальной воды увеличились к 1986 году до 55 млн м³ в год, а число эксплуатируемых месторождений выросло до 70. Были заложены основы создания новых геотермальных электростанций на Камчатке. Производство солнечных коллекторов было развернуто на пяти заводах, а общая площадь гелиоустановок в стране увеличилась до 100 тыс. м². Советская космическая фотоэнергетика обеспечила развитие наземных установок, успешно конверсировала свои технологии с созданием автономных солнечных электростанций.

В конце 1980-х годов Павел Павлович участвовал в разработке, а затем реализации программы развития советской ветроэнергетики. Постановление Прави-

тельства СССР «Об ускорении развития ветроэнергетической техники в 1989–1995 годах» предусматривало выполнение задачи по выходу СССР на ведущие позиции в мире. НПО «Ветроэн» разработало и развернуло серийное производство ветроэлектроустановок типа АВЭУ-6-4 мощностью 6 кВт в объёме до 500 шт. Под руководством Минэнерго СССР были начаты разработка и впоследствии изготовление образцов ВЭУ мощностью 100, 250 и 1000 кВт. Распад СССР остановил реализацию всех этих программ развития.

Следующим этапом деятельности Павла Павловича по развитию ВИЭ явилась его работа в Министерстве топлива и энергетики РФ в 1992–2004 годах. По его инициативе и участии была разработана и утверждена Концепция развития и использования возможностей малой нетрадиционной энергетики [15].

На рубеже ХХ и ХХI веков с участием д.т.н. П.П. Безруких был разработан первый вариант проекта Закона Российской Федерации о возобновляемой энергетике «О государственной политике в сфере использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии». Данный проект закона в 1999 году был принят Государственной Думой и Советом Федерации и направлен на подпись тогдашнему Президенту России Б.Н. Ельцину, который по неизвестным причинам отказался его подписывать.

В 1995–1997 годах по инициативе и под руководством П.П. Безруких была разработана и утверждена Правительством РФ в качестве подпрограммы федеральной

На рубеже ХХ и ХХI веков с участием д.т.н. П. П. Безруких был разработан первый вариант проекта Закона РФ «О государственной политике в сфере использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии»

целевой программы «Топливо и энергия» программа «Энергообеспечение районов Крайнего Севера и приравненных к ним территорий, а также мест проживания коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока за счёт использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии и местных видов топлива на 1997–2000 годы».

Важным этапом развития нормативно-правового регулирования в сфере ВИЭ явилось принятие предложений рабочей группы РАО «ЭС России» в 2007 году по внесению поправок в Федеральный закон №35-ФЗ «Об электроэнергетике», в которых впервые в России были указаны основные положения законодательной поддержки развития ВИЭ (Федеральный закон от 4 ноября 2007 года №250-ФЗ «О внесении изменений в законодательные акты РФ в связи с осуществлением мер по реформированию единой энергетической системы России»). Этот закон в том числе сформировал механизм поддержки и стимулирования использования ВИЭ на оптовом рынке электроэнергии. Закон ввёл категорию квалифицированного производителя энергии на основе ВИЭ, регламентацию процедуры квалификации и установил основные финансовые механизмы поддержки.

Во исполнение №250-ФЗ в 2007 году Правительством РФ в ряде постановлений и распоряжений были регламентированы меры поддержки возобновляемой энергетики с использованием механизма реализации договоров поставки мощности (ДПМ):

1. «О квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе ВИЭ» (2008 год).
2. «О порядке первоочередного приобретения электросетевыми организациями электрической энергии, произведённой на основе ВИЭ» (2008 год).
3. «Порядок ведения реестра выдач и погашения сертификатов по производству электроэнергии на основе ВИЭ» (2008 год).
4. «Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования ВИЭ» (2009 год).
5. «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии» (2013 год).
6. «По вопросам стимулирования использования ВИЭ на розничных рынках электрической энергии» (2015 год).
7. «О внесении изменений в Федеральный закон №35-ФЗ «Об электроэнергетике»» (2019 год).

В результате создания в 2007–2013 годах законодательной основы было положено начало реализации в Российской Федерации Программы развития ВИЭ (Программа «ДПМ ВИЭ 1.0»), предусматривающей ввод к 2024 году мощностей около 5,8 ГВт, в том числе ВЭС — 3,4 ГВт, СЭС — 2,2 ГВт и мини-ГЭС — 0,2 ГВт. Программа предусматривает создание производств по выпуску оборудования ВИЭ общей мощностью более 1,6 ГВт в год с достижением степени локализации: по ВЭС — 65%, СЭС — 70%.

Последними документами на 1 сентября 2020 года являлись Федеральный закон от 27 декабря 2019 года №471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон №35-ФЗ «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации», а также Постановление Правительства РФ от 29 августа 2020 года №1298 «О вопросах стимулирования использования возобновляемых источников энергии».

Тематическая литература

В 2002–2019 годах было издано несколько книг по оценке ресурсов ВИЭ России, в том числе с участием ведущих специалистов России П.П. Безруких, Д.С. Стребкова, В.В. Дегтярёва, В.В. Елистратова, Д.С. Панцхавы, Э.С. Петрова, В.Н. Пузакова, Г.И. Сидоренко, Б.В. Тарнижевского, А.А. Шпака, А.А. Ямпольского: «Справочник по ресурсам ВИЭ России» [16]. Лишь небольшая часть работ и авторов включена в перечень литературы [17–24]. Общий же перечень составляет несколько тысяч научных трудов. Большое влияние на развитие возобновляемой энергетики России в целом, и особенно наземной фотоэнергетики, оказали работы академика РАСХН (в дальнейшем академика РАН) Дмитрия Семёновича Стребкова и сотрудников возглавляемого им института ВИЭСХ В.М. Евдокимова, В.В. Харченко, Ю.Д. Арбузова, В.В. Заддэ и многих других. По инициативе к.т.н. Анатолия Георгиевича Вакуленко, Владимира Леонтьевича Титова и Владимира Молчанова в 2014–2015 годах под общей редакцией П.П. Безруких была выпущена серия справочно-методических изданий «Возобновляемая энергетика»: «Использование солнечной энергии для производства тепловой энергии» (авторы В.А. Бутузов, В.В. Бутузов) [17]; «Геотермальная энергетика» (авторы Г.В. Томаров, А.Н. Никольский, В.Н. Семёнов) [18]; «Ветроэнергетика» [авторы П.П. Безруких, П.П. Безруких (мл.), С.В. Грибков] [19]; «Основы солнечной энергетики» (автор Д.С. Стребков) [22].

В настоящее время в России доступны на русском языке три специализирован-



• Экспериментальная Кислогубская ПЭС (0,54 млн кВт·ч в год) в Баренцевом море

ных журнала по возобновляемой энергетике: «Альтернативная энергетика и экология» и «Международная биоэнергетика» (Россия), «Гелиотехника» (Узбекистан).

Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» издаётся в городе Саров Нижегородской области с 2000 года. Главный редактор — к.т.н. Александр Леонидович Гусев. В редколлегию журнала входит около 300 человек из 50 стран мира. Тематика возобновляемой энергетики в журнале представлена солнечной, ветровой, ветрово-дородной, морской энергетикой (энергия морских волн и морских течений), геотермальной энергетикой, биомассой, энергокомплексами на основе ВИЭ.

Международный научный журнал «Гелиотехника» издаётся в Республике Узбекистан в городе Ташкенте с 1965 года на русском языке, а на английском — под названием Applied Solar Energy. Главный редактор — Ахатов Жасуржон Саидович. В редколлегию журнала входит около 100 человек из 20 стран мира. Тематика журнала: солнечные системы теплоснабжения, фотоэлектрические установки, концентраторы солнечного излучения, солнечные сушилки, ВИЭ.

Журнал «Международная биоэнергетика» издаётся с 2011 года в Москве. Главный редактор — к.э.н. Ольга Сергеевна Ракитова. В состав редколлегии входит три человека.

Разделы по возобновляемой энергетике имеют российские энергетические журналы: «Теплоэнергетика», «Промышленная энергетика», «Энергетик», «Энергия: экономика, техника, экология», журнал СОК (Сантехника. Отопление. Кондиционирование. Энергосбережение. Возобновляемая энергетика), «Окружающая среда и энерговедение» (МГУ), «Энергосбережение» (АВОК), «Энергосбережение и водоподготовка», «Энергобезопасность и энергосбережение», «Энергетика».

Научно-технические общества

Важным этапом в развитии возобновляемой энергетики в современной России стало создание Комитета по проблемам использования возобновляемых источников энергии при Российской Союзе научных и инженерных общественных объединений (РосСНИО) под председательством П.П. Безруких. Заместителями председателя были избраны Д.С. Стребков и В.В. Елистратов. Учёным секретарём Комитета был назначен В.Н. Пузаков, которого в 2012 году сменил к.т.н. С.В. Грибков. Эта общественная организация объединяет в своём составе ведущих учёных, инженеров и практиков. Число членов комитета более 120 человек.

Основные направления возобновляемой энергетики возглавляют: академик РАН, д.т.н. Дмитрий Семёнович Стребков (солнечная энергетика); д.т.н. Евгений Семёнович Панцхава (биоэнергетика); д.т.н. Григорий Валентинович Томаров (геотермальная энергетика); к.т.н. Яков Иосифович Бляшко (малая гидроэнергетика); д.т.н. Виталий Анатольевич Бутузов (солнечная энергетика); д.т.н. Виктор Васильевич Елистратов (подготовка кадров ВИЭ, комплексное использование ВИЭ); д.т.н. Павел Павлович Безруких и к.т.н. Сергей Владимирович Грибков (ветроэнергетика).

Ежегодно комитет проводит международные конференции, как правило, тематические и совместные с выставками оборудования и юбилейными мероприятиями. В 2020 году успешно прошла XVII Международная конференция «Возобновляемая и малая энергетика — 2020. Энергосбережение. Автономные системы энергоснабжения стационарных и подвижных объектов», совместно с юбилейными мероприятиями к 90-летию кафедры гидроэнергетики и возобновляемой энергетики Московского энергетического института (НИУ «МЭИ»).

В России в настоящее время зарегистрированы также несколько общественных организаций, объединяющих специалистов по отдельным видам ВИЭ и их комплексному использованию. По солнечной фотоэнергетике имеются некоммерческие партнёрства (НП): Ассоциация предприятий солнечной энергетики (АСЭ), директор Антон Усачёв; «Евросолар Россия», председатель правления Георгий Кекилидзе. По ветроэнергетике работает Российская Ассоциация Ветроиндустрии (РАВИ): председатель правления Игорь Михайлович Брызгунов, председатель НТС д.т.н. П.П. Безрукых, заместитель председателя д.т.н. В.В. Елистратов. Созданы Российская биотопливная ассоциация (РБА), Ассоциация развития возобновляемой энергетики (АРВЭ), директор Алексей Борисович Жихарев. Вопросами проведения конкурсных отборов проектов в рамках ДПМ ВИЭ на федеральном уровне занимается НП «Совет рынка».

Заключение

1. Анализ российского опыта использования ВИЭ показал следующее:

- ❑ в конце XIX — начале XX века для теплоснабжения массово использовались дрова, а для электроснабжения были построены несколько торфяных электростанций мощностью до 15 МВт, также имелись малые ГЭС с суммарной установленной мощностью до 200 МВт;
- ❑ системный подход, в том числе к гидроэнергетике и к другим ВИЭ, впервые был применён в 1920-х годах при реализации плана ГОЭЛРО;
- ❑ с 1930 по 1981 годы в СССР активно развивались ветро-, фото- и геотермальная энергетика [в 1932 году в Крыму

На основе локализации оборудования ВИЭ в РФ создана производственная индустрия возобновляемой энергетики, обеспечивающая производство солнечных модулей суммарной мощностью около 650 МВт в год

была построена самая мощная в те годы сетевая Балаклавская ВЭС мощностью 100 кВт, в 1970-е годы советские космические фотоэлектрические технологии (кремниевые и арсенид-галлиевые) занимали передовые позиции в мире, в 1967 году была построена первая в мире Паратунская бинарная геотермальная электростанция на Камчатке];

- ❑ с 1981 года в СССР была разработана и реализована первая программа комплексного развития ВИЭ, в 1988 году постановлением правительства была принята программа ускоренного развития ветроэнергетики СССР до 1995 года;
- ❑ в СССР имелись научно-технические школы возобновляемой энергетики мирового уровня: по ветроэнергетике — ЦАГИ и Центральный ветроэнергетический институт; по фотоэнергетике — Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе (ФТИ) в Ленинграде, Институт источников тока (ныне НПП «Квант») в Москве; по солнечной тепловой энергетике — ЭНИИ и ВИЭСХ;
- ❑ в 1999 году был разработан и подготовлен к утверждению президентом РФ первый проект Закона о ВИЭ (закон не был подписан), утверждена государственная концепция развития ВИЭ, широкое развитие получило освоение передовых технологий использования ВИЭ.

2. Установленная мощность электростанций РФ с использованием ВИЭ, включая ГЭС, на 1 января 2020 года составила 55 190 МВт, в том числе фотоэнергетика — 1395 МВт, ВЭС — 670 МВт, малые ГЭС — 550 МВт, ГеоТЭС — 74 МВт. Геотермальное и солнечное теплоснабжение имели мощности 64 и 68 МВт, соответственно.

3. В период 2007–2013 годов была сформирована российская нормативная база в области ВИЭ, принятая Программа «ДПМ ВИЭ 1.0», предусматривающая ввод к 2024 году мощностей ВЭС около 5,8 ГВт, в том числе ВЭС — 3,4 ГВт, СЭС — 2,2 ГВт и малых ГЭС — 0,2 ГВт. В 2021 году принято Постановление Правительства РФ (Программа «ДПМ ВИЭ 2.0») о сооружении к 2035 году электростанций на основе ВИЭ общей мощностью до 12 ГВт.

4. На основе локализации оборудования ВИЭ, прежде всего для ветровой и солнечной энергетики, создана производственная индустрия возобновляемой энергетики, обеспечивающая производство солнечных модулей около 650 МВт в год (ГК «Хевел», ООО «Солар Системс») и для ветроэнергетики — до 800 МВт в год (АО «Ново-Винд» ГК «Росатом», ООО «Вестас Мэнью-фэкчуринг Рус» (российское представительство компании Vestas), ООО «Сименс Гамеса Реньюэбл Энерджи» (российское представительство компании Siemens Gamesa Renewable Energy S.A.)).

5. Деятельность российских общественных, научных и инженерных сообществ, работающих по отдельным направлениям ВИЭ, целесообразно интегрировать с аналогичными российскими и зарубежными структурами (ассоциациями, фондами), с созданием общенациональной организации по использованию ВИЭ. ●

1. Юбилейное издание сводного отчёта по ключевым вопросам экологии, энергоэффективности и возобновляемых источников энергии в электроэнергетике государств — участников СНГ 2020 / Ред. совет: И.А. Кузько, Н.А. Петрова, А.С. Рахимов, М.И. Сапаров, Г.В. Ермоленко. Энергетический совет СНГ. — М.: ЭНИИ, 2020. 137 с.
2. Бутузов В.А. Российская солнечная электроэнергетика // Окружающая среда и энерговедение, 2020. №2. С. 10–15.
3. Бутузов В.А., Томаров В.Г. Геотермальная энергетика Камчатки // Теплоэнергетика, 2020. №11. С. 50–63.
4. Бутузов В.А., Амерханов Р.А., Григораш О.В. Геотермальное теплоснабжение в России // Теплоэнергетика, 2020. №3. С. 3–14.
5. Бутузов В.А., Амерханов Р.А., Григораш О.В. Солнечное теплоснабжение: статистика мирового рынка и особенности российского опыта // Теплоэнергетика, 2018. №10. С. 78–88.
6. Симонов Н.С. Развитие электроэнергетики Российской империи: предыстория ГОЭЛРО. — М.: Ун-т Дмитрия Пожарского, 2016. 320 с.
7. Попель О.С., Фортов В.Е. Возобновляемая энергетика в современном мире. — М.: Изд-во МЭИ, 2015. 450 с.
8. Фрид С.Е., Лисицкая Н.В. Фотоэлектрические генераторы для ГВС // Интеллектуальная электротехника, 2018. №4. С. 52–62.
9. Атлас ресурсов возобновляемой энергии на территории России / Т.И. Андреенко, Т.С. Габдрахманова, О.В. Данилова и др. — М.: РХТУ, 2015. 160 с.
10. Алхасов А.Б. Возобновляемая энергетика. Изд. 2-е. — М.: Физматлит, 2012. 258 с.
11. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика. Изд. 3-е. — СПб.: Изд-во СПбПУ, 2016. 424 с.
12. Елистратов В.В., Панфилов А.А. Проектирование и эксплуатация установок нетрадиционной и возобновляемой энергетики. Ветроэлектрические установки. — СПб.: Изд-во СПбПУ, 2011. 114 с.
13. Фёдоров М.П., Акентьева Е.М., Елистратов В.В. и др. Водно-энергетические режимы гидроэлектростанций в условиях климатических изменений / Под ред. Ю.С. Васильева. — СПб.: Изд-во СПбПУ, 2017. 274 с.
14. Безрукых П.П. Исторические этапы и перспективы развития ВИЭ // Энергетическая политика, 2005. №5. С. 44–63.
15. Концепция развития и использования возможностей малой и нетрадиционной энергетики в энергетическом балансе России. — М.: Мин-во топлива и энергетики РФ, 1994. 121 с.
16. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местных видов топлива (показатели по территориям) / П.П. Безрукых, В.В. Дегтярёв, В.В. Елистратов и др.; под ред. П.П. Безрукых. — М.: ИАЦ «Энергия», 2007. 272 с.
17. Бутузов В.А., Бутузов В.В. Использование солнечной энергии для производства тепловой энергии / Под общ. ред. П.П. Безрукых. — М.: Интексэнерго-Издат; Теплоэнергетик, 2015. 304 с.
18. Томаров Г.В., Никольский А.Н., Семёнов В.Н. Геотермальная энергетика / Под общ. ред. П.П. Безрукых. — М.: Интексэнерго-Издат; Теплоэнергетик, 2015. 304 с.
19. Безрукых П.П., Безрукых П.П. (мл.), Грибков С.В. Ветроэнергетика. Справочно-методическое издание / Под общ. ред. П.П. Безрукых. — М.: Интексэнерго-Издат; Теплоэнергетик, 2014. 304 с.
20. Безрукых П.П., Стребков Д.С. Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технология. — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2005. 264 с.
21. Гидростанции малой мощности. Учеб. пособие / А.Е. Андреев, Я.И. Бляшко, В.В. Елистратов и др.; под ред. В.В. Елистратова. — СПб.: Изд-во СПбПУ, 2005. 432 с.
22. Стребков Д.С. Основы солнечной энергетики / Под ред. П.П. Безрукых. — М.: Полиграфист, 2019. 326 с.
23. Панцхава Е.С. Биоэнергетика. Мир и Россия. Биогаз: теория и практика. — М.: Изд-во «Русайнс», 2014. 912 с.
24. Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Гарьковый К.А. Вопросы теории и инновационных решений при использовании гелиоэнергетических систем. — М.: Энергогатомиздат, 2009. 504 с.



Нашему автору, члену Редакцион- ной коллегии СОК П. П. Безрукых — 85 лет!

13 сентября 2021 года исполнилось 85 лет со дня рождения патриарха отечественной возобновляемой энергетики, доктора технических наук, Заслуженного энергетика Российской Федерации Безрукых Павла Павловича. От лица редакции журнала и всех коллег и соратников поздравляем П. П. Безрукых с юбилеем, желаем здоровья, а также неисчерпаемой и неизменно возобновляемой творческой энергии!

П. П. Безрукых родился в далёкой сибирской деревне Ярки Богучанского района Красноярского края. После окончания школы в 1953 году поступил и в 1959-м окончил Московский энергетический институт по специальности «Электрические станции, сети и системы». По окончании института поехал к себе на малую родину на строительство знаменитой Братской ГЭС, где участвовал в монтаже и наладке электроснабжения котлована второй очереди, электрооборудования уникальных двухконсольных кранов, монтаже электроснабжения правобережного посёлка строителей и подстанции 110 кВ. Опыт практической работы на ГЭС и последующая работа в институте «Энергосетьпроект» (1961–1967 годы), связанная с пуском в работу электрооборудования и гидроагрегатов Братской, Рыбинской, Можайской, Кременчугской ГЭС, а также шеф-монтаж и пусконаладка оборудования ГЭС «Меттур-Туннель» в Индии, предопределили его дальнейший жизненный путь, связанный с гидроэнергетикой и другими возобновляемыми видами энергии.

В период 1986–2004 годов Павел Павлович работал в системе Минэнерго, пройдя путь от старшего референта отдела энергоснабжения и экологии аппарата Бюро Совета Министров СССР по топливно-энергетическому комплексу (ТЭК) до начальника Управления научно-технического прогресса Минэнерго России. В этот период им активно продвигалась работа по реализации программ и проектов развития нетрадиционной энергетики в новых экономических условиях, по разработке программы энергообеспечения районов Крайнего Севера за счёт использования возобновляемых источников энергии. Развивалось сотрудничество в области возобновляемой энергетики с зарубежными странами — США, Индией, Данией, Финляндией и др. Координировалась работа по созданию производства оборудования ВИЭ на отечественных предприятиях. Вся эта работа проводилась в условиях значительного противодействия сторонников развития

органической (ископаемой) энергетики. Примером такого противостояния является история с непринятием первого Закона о поддержке ВИЭ в 1999 году.



Павел Павлович Безрукых, доктор технических наук, Заслуженный энергетик РФ

В 1971 году П. П. Безрукых защитил кандидатскую, а в 2003-м — докторскую диссертацию на тему «Научно-техническое и методологическое обоснование ресурсов и направлений использования возобновляемых источников энергии», которая сформировала современные научно-методологические основы использования ВИЭ на основе достоверной оценки валовых, технических и экономических ресурсов. Под его руководством впервые в РФ была разработана в 1993 году «Концепция развития и использования возобновляемой малой и нетрадиционной энергетики в энергетическом балансе России», а в 1997–2003-м были разработаны разделы по возобновляемой энергетике Энергетической стратегии России на период до 2020 и 2030 годов, на основе которых в 2008-м Правительством Российской Федерации принято распоряжение о достижении к 2020 году в общем производстве электроэнергии доли возобновляемой энергетики в объёме 4,5%, положившее

основу для развития нормативно-правовой базы по ВИЭ в России и принятия Программы «ДПМ ВИЭ 1.0».

С 2004 по 2013 годы П. П. Безруких работал заместителем генерального директора «Института энергетической стратегии», а с 2013-го по 2019-й — заведующим отделением энергосбережения и возобновляемых источников энергии ЭНИИ им. Г.М. Кржижановского.

Павел Павлович Безруких — автор более 200 научных и научно-популярных публикаций, статей, справочников, обзоров, учебных пособий, монографий, среди которых наиболее значимые:

1. Безруких П.П., Старков А.Н., Борисенко М.М., Ландберг Л. (Дания) **Атлас ветров России [Russian Wind Atlas]** / На рус. и англ. языках. — М., 2000. 560 с.
2. Безруких П.П., Стребков Д.С. **Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии.** — М.: ГНУ ВИЭСХ, 2005. 264 с.
3. **Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России** / Под ред. П.П. Безруких. — СПб.: Наука, 2002. 314 с.
4. Безруких П.П. **Ветроэнергетика. Справочное и методическое пособие.** — М.: ИД «Энергия», 2010. 320 с.



5. **Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива (показатели по территориям)** / Сост. П.П. Безруких и др.; под ред. П.П. Безруких. — М.: ИАЦ «Энергия», 2007. 272 с.

6. Безруких П.П., Васильев Ю.С., Елистратов В.В., Сидоренко Г.И. **Оценка ресурсов возобновляемых источников энергии. Учебно-справочное пособие.** — СПб.: Изд-во СПбПУ, 2008. 250 с.

7. **Оборудование возобновляемой и малой энергетики. Справочник-каталог** / Под ред. П.П. Безруких. — М: ИД «Энергия», 2005. 245 с.

П.П. Безруких постоянно ведёт общественно-научную работу, был заместителем председателя секции НТС Госстандарта «Топливно-энергетический комплекс», членом Совета институтов «Энергосеть-проект» и ВНИИИМаш, членом секций НТС Минтопэнерго РФ, Министерства науки РФ.

В настоящее время П.П. Безруких является членом НТС «Русгидро», членом секции Экспертного совета по законодательному регулированию распределённой

новляемой энергетики. Прежде всего на организованной им в 2003 году и проводимой ежегодно в Москве международной научно-практической конференции «Возобновляемая и малая энергетика». В последние годы — это доклады на Московском форуме «Энергетика и гражданское общество — 2019», Международном Каспийском форуме, в 2020-м — на Каспийском энергетическом форуме с ключевым докладом «О возможности развития энергетики Каспийского региона по



● XVI Международная научно-практическая конференция «Возобновляемая и малая энергетика 2019. Энергосбережение. Энергоснабжение стационарных и малых объектов». Москва, НИУ МЭИ

энергетики, включая возобновляемые источники энергии Комитета по энергетике Госдумы ФС РФ, членом экспернского совета конкурсов «Надежда России» и «Инженер года», проводимых Российским союзом научных и инженерных общественных объединений (РосСНИО).

В 2002 году постановлением президиума Координационного Совета РосСНИО П.П. Безруких назначен и работает по настоящее время председателем Комитета Российской Союза НИО по проблемам использования возобновляемых источников энергии, а в 2003-м решением Комитета Торгово-промышленной палаты РФ по энергетической стратегии и развитию топливно-энергетического комплекса назначен председателем подкомитета по использованию возобновляемых источников энергии; в 2004-м П.П. Безруких избран действительным членом Российской инженерной академии (РИА) и назначен секретарём секции «Энергетика», обязанности которого исполнял до октября 2019 года, в настоящее время он является членом Президиума РИА.

П. П. Безруких ежегодно выступает с докладами на двух-трёх значимых научных конференциях по проблемам, сценариям и направлениям развития возобновляемой энергетики.

низкоуглеродному сценарию», на VII Национальной научно-прикладной международной конференции в Красноярске «Экологические и экономические приоритеты альтернативной, малой распределённой энергетики», в 2021 году — на международной конференции «Особенности и основные направления развития электроснабжения удалённых и изолированных территорий», на Международной научно-практической конференции, посвящённой 30-летию Инженерной академии СССР, Российской и Международных академий, и многих других.

Павел Павлович имеет звания: **Заслуженный энергетик Российской Федерации** (2002), **Заслуженный работник Минтопэнерго России** (1996), **Почётный работник топливно-энергетического комплекса** (2004).

Друзья и коллеги, научная и инженерная общественность, энергетики России искренне поздравляют Павла Павловича с 85-летним юбилеем, желают ему крепкого здоровья, творческого долголетия, позитивного отношения к окружающему миру, новых свершений в области энергетической науки и использования возобновляемых источников энергии на благо России! ●

Прямое исполь- зование геотер- мальной энергии: всемирный обзор 2020. Часть 3*

В этом материале дан мировой обзор прямого использования геотермальной энергии и обновлены данные предыдущего исследования 2015 года. Сравниваются данные из обзоров Всемирного геотермального конгресса (WGC) 1995, 2000, 2005, 2010 и 2015 годов. Третья, заключительная часть статьи посвящена странам Центральной и Восточной Европы, СНГ, Австралии и Океании.

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 Володиной за помощь в редактировании перевода.

* Окончание. Начало см. в журналах СОК №6–7/2021.



9. Центральная и Восточная Европа

9.1. Албания

Геотермальная энергия в стране представлена в основном низкоэнталпийными ресурсами. Природные источники и глубокие скважины дают термальную воду до 65,5 °C. Эти низкотемпературные ресурсы применяются в основном в оздоровительных центрах для бальнеотерапии, купания и плавания, а также для отопления и охлаждения с использованием геотермальных тепловых насосов. Примерами оздоровительных центров являются Elbasani Llixha Spa, расположенные в центральной части Албании, и Peshkopia Spa. Первый является одним из старейших курортов страны, где источники используются уже более 2000 лет, а второй имеет современную конструкцию и функционирует как бальнеологический центр. Геотермальные тепловые насосы в количестве 138 единиц установлены в семи пунктах для отопления и охлаждения, в том числе для школ, Дворца культуры и башен-близнецов в Тиране (Tiranë).



Термальные ванны Беня (Benja), Албания

К сожалению, данные в докладе WGC 2020 по Албании недостаточны [1], поэтому будут использованы данные WGC 2015 [2]. Цифры для страны тогда составляли: 11,728 МВт и 84,33 ТДж/год для бальнеологии и плавания, 4,497 МВт и 23,26 ТДж/год — для геотермальных тепловых насосов; в общей сложности 16,225 МВт и 107,59 ТДж/год [2].

9.2. Босния и Герцеговина

Геотермальная энергия в стране используется непосредственно в 24 локациях. Термальные и минеральные воды с температурой от 18 до 75 °C используются преимущественно в курортологии и рекреации, затем в меньшей степени для обогрева помещений и подогрева воды в бассейнах, в производственных процессах и в качестве санитарной воды. Бальнеологическое использование осуществляется на 11 курортах. Базы отдыха существуют на 16 объектах, из которых пять пользуются бассейнами только в летний период (три-четыре месяца в году). Индивидуальное отопление помещений наиболее распространено для спа-салонов. Всего 13 площадок с индивидуальным отоплением: шесть теплообменников и семь грунтовых тепловых насосов Ground Source Heat Pump (GSHP). Для промышленного применения термальные воды используются в трёх местах, а для бальнеологических и рекреационных целей — на 18 объектах. Большинство курортов открыты круглый год, но некоторые базы отдыха работают только летом. Во всех санаториях, кроме одного, установлена система геотермального отопления.

Оригинал данного материала (на англ. языке):

[John W. Lund, Aniko N. Toth. Direct Utilization of Geothermal Energy: 2020 Worldwide Review. Proc. of the 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 39 p.](#)

Информация об авторах:

[Джон У. Лунд](#), PhD, Центр геотермального тепла Технологического института Орегона (Geo-Heat Center, Oregon Institute of Technology, г. Кламат-Фолс, штат Орегон, США).

[Анико Н. Тот](#), PhD, Университет Мишкольца (University of Miskolc), компания Ana-Geo Ltd. (г. Мишкольц, Венгрия).

Крупнейшим потребителем геотермальной энергии в стране является база отдыха «Термальна Ривьера-Илиджа» (Termalna Rivijera-Iliđa), с общей установленной мощностью 5,77 МВт и общим годовым потреблением 125,3 ТДж/год. Там минеральная вода при температуре 58°C используется для подогрева кондиционной воды для плавательных бассейнов (около 80%) в течение всего года, а также для отопления зданий (20%) в зимнее

В общей сложности в Боснии и Герцеговине геотермальные воды используются в 24 пунктах, в большинстве которых (19) они предназначены для бассейнов и ванн, а в 13 пунктах — для индивидуального обогрева помещений, промышленного технологического применения для мытья фруктов и овощей, а также для переработки молока и изготовления молочных продуктов. Суммарная мощность по категориям использования составляет

В данных за 2018 год перечислены доли различных видов использования, в том числе по установленной мощности: бальнеология и бассейны (60,1%), индивидуальное отопление помещений (17,6%), геотермальные тепловые насосы (9,1%), кондиционирование воздуха (3%), теплицы (1,5%), а также розлив питьевой воды и другие виды использования (8,7%).

Розлив воды осуществляется в южной части Болгарии, где вода характеризуется низким содержанием растворённых твёрдых веществ с различными химическими веществами, и является быстро развивающимся бизнесом. Число заводов, откуда вода подаётся на черноморские курорты, увеличилось с трёх до более чем 40 за 30 лет. Отопление обеспечивается только в отдельных зданиях с использованием пластинчатых теплообменников, а также подаётся бытовая горячая вода около 200 дней в году. Многие старые установки, находящиеся в плохом состоянии, были ликвидированы, а построено только несколько новых установок.



Термальный спа-курорт Thermal Riviera Ilijda TR в Сараево, Босния и Герцеговина

время. Температура воды в санаториях и базах отдыха находится в пределах от 20,6 до 75°C. Индивидуальное отопление помещений осуществляется на 13 объектах, из которых семь имеют теплообменники, а на пяти (спа) с температурой воды выше 20°C используются тепловые насосы. Средний срок отопления зданий составляет около полугода, но подогрев санитарной воды и воды в бассейнах проходит в течение всего года.

Наибольшее количество геотермальных тепловых насосов, использующих воду «неглубокого» залегания, установлено в городах высокогорной северной части Боснии и Герцеговины, но в последние пять лет наблюдается более интенсивное их применение в центральных частях страны. Кроме того, установка тепловых насосов была зафиксирована в районе Герцеговины, где температура подземных вод не выше 12°C. Наблюдается увеличение количества установленных тепловых насосов, по приближённым оценкам их около 500. Существует 400 малых и 30 больших установок, с общим годовым количеством часов от 2700 до 2800. Другие виды использования тепла и минеральных вод: для водоснабжения 12 населённых пунктов, розлива минеральной воды, извлечения свободного CO₂ из минеральных вод на четырёх скважинах и извлечения соли из рассола.

16,53 МВт и 170,07 ТДж/год для индивидуального отопления помещений; 0,54 МВт и 3,61 ТДж/год — для промышленного использования; 11,76 МВт и 61,83 ТДж/год — для купания и плавания, а также 7,2 МВт и 71,2 ТДж/год — для геотермальных тепловых насосов. В целом по стране: 36,03 МВт и 306,71 ТДж/год [3].

9.3. Болгария

Основными факторами, способствующими развитию геотермальной энергетики в стране, являются давние традиции, благоприятный климат, подходящий для потребления горячей минеральной воды, развитие новых спа-центров и объектов розлива. Из-за относительно низких температур (ниже 100°C) термальные воды имеют только прямое применение.



Термальные ванны на модном болгарском спа-курорте Chiflik Troyan



Прямое геотермальное использование зафиксировано в 12 населённых пунктах для купания и плавания, по пяти — для индивидуального отопления помещений и отопления теплиц, а также восемь ассоциируется с другими видами использования, чаще всего с розливом питьевой воды. Большинство спа-курортов Болгарии расположено в горах или вдоль побережья Чёрного моря.

Различные геотермальные источники прямого использования потребляют 19,23 МВт и 150,36 ТДж/год для индивидуального отопления помещений; 3,3 МВт и 49,96 ТДж/год — для кондиционирования воздуха; 1,65 МВт и 25,45 ТДж/год — для теплиц; 65,69 МВт и 993,98 ТДж/год — для купания; 9,5 МВт и 59,91 ТДж/год — для производства бытовой воды, а также 10 МВт и 47,3 ТДж/год — для геотермальных тепловых насосов; в общей сложности 109,37 МВт и 1326,96 ТДж/год [4].

9.4. Хорватия

Геотермальная энергия традиционно используется для бальнеологии и обогрева помещений в 15 действующих в настоящее время курортах страны. Помимо курортов, есть три места, где геотермальная энергия используется для отопления теплиц, два — для индивидуального отопления помещений и одно — для работы небольшой централизованной системы отопления. На одной геотермальной электростанции также выдаются лицензии на тепличное производство, а в северо-западной части страны есть два спа-центра.



ГеоЭС Velika Ciglena (17,5 МВт) в Хорватии

«Неглубокая» геотермальная энергия (Shallow Geothermal Energy, SGE) в Хорватии демонстрирует значительный потенциал. Континентальный регион и регион Адриатического побережья имеют большие перспективы для использования грунтовых тепловых насосов. В континентальном регионе это связано с благоприятными геотермальными градиентами и геологической обстановкой. Грунтовые теплонасосные установки (GSHP) являются растущим сектором в Хорватии, и также становится всё более привлекательным их применение для отопления и охлаждения помещений, как в частных домах, так и для сферы услуг. В общей сложности 19 объектов сообщили о непосредственном применении геотермальной энергии, а именно 14 — для спа и бассейнов, девять — для индивидуального отопления помещений и три для теплиц.

Данные по геотермальным тепловым насосам не являются полными, но оцениваются в 3,8 МВт и 30 ТДж/год в режиме нагрева и 2,6 ТДж/год в режиме охлаждения. По категориям использования это составляет: 18,6 МВт и 51,2 ТДж/год для индивидуального отопления помещений; 10,5 МВт и 126,4 ТДж/год — для централизованного теплоснабжения; 2,3 МВт

и 87,4 ТДж/год — для отопления теплиц; 44,1 МВт и 95,1 ТДж/год — для бальнеологии и плавания, а также примерно 3,8 МВт и 30 ТДж/год — для геотермальных тепловых насосов, что даёт в общей сложности 79,3 МВт и 390,6 ТДж/год [5].

9.5. Кипр

Использование геотермальной энергии для обогрева теплиц ограничено одной пилотной установкой в Сельскохозяйственном научно-исследовательском институте (ARI) в деревне Зиги (Zygi). Эта установка эксплуатируется уже пять лет



Геотермальная теплица для выращивания салата на Кипре

и обеспечивает отопление и осушение воздуха в традиционной теплице, площадью 216 м². Геотермальная энергия в стране в основном применяется для геотермальных тепловых насосов. Большинство существующих таких теплонасосных установок представлены как вертикальные замкнутые системы с более чем 1600 скважин и предполагаемой общей протяжённостью бурения более 150 км. Количество установок с горизонтальными замкнутыми системами остаётся ограниченным. Существуют также системы с открытым контуром, которые используют морскую воду в качестве теплопоглощающей и отводящей среды, в основном в отелях вдоль южного побережья острова.

Интересная и перспективная установка, которая начала функционировать уже в конце 2020 года, находится на территории нового кампуса Кипрского университета (University of Cyprus) в столице страны Никосии. Эта установка является самой большой на острове и состоит из 220 вертикальных скважин глубиной 125 м. Она предназначена для работы параллельно с централизованной системой отопления и охлаждения новых помещений инженерного факультета столичного университета. Ежегодное производство энергии этой системой оценивается в 9,54 ТДж, или 14 % от существующего производства энергии от геотермальных тепловых насосов на Кипре. К концу 2018 года по всему острову было зарегистрировано 163 установки с общей установленной мощностью 9,6 МВт. Однако, по различным оценкам, фактически установлено около 180 тепловых насосов общей мощностью 10,3 МВт.

Предполагаемое распределение по видам использования на Кипре следующее: 0,07 МВт и 0,03 ТДж/год для теплиц и 10 МВт и 64,97 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов, в общей сложности 10,3 МВт и 65 ТДж/год [6].



● ● В Чехии около Литомержице (Litoměřice) пробурена геотермальная скважина глубиной 1,6 км

9.6. Чешская Республика

В Чехии энергия низкотемпературных геотермальных источников используется мало [7] и ограничена бальнеологическими или рекреационными объектами. Грунтовые геотермальные тепловые насосы используются для отопления отдельных зданий и для нескольких систем централизованного теплоснабжения в крупных городских районах или агломерациях. Самый крупный действующий проект централизованного теплоснабжения находится в городе Дечин (Děčín) с установленной мощностью 6,6 МВт. Система использует скважину глубиной 550 м, производящую 54 л/с воды при температуре 30°C и около 72 ТДж/год. Ещё одна крупная установка — система геотермальных скважин на территории кампуса Технического университета в городе Остраве (Technická univerzita Ostrava) с производительностью более 3,6 ТДж/год. В стране реализуются два новых крупных проекта. Один — для новой штаб-квартиры банка ČSOB в Праге. Эта система обеспечивает как отопление, так и охлаждение из 179 скважин глубиной 150 м каждая. Мощность теплового насоса составляет 1,3 МВт для нагрева и 1,22 МВт для охлаждения. Второй проект — жилой комплекс в 6 км к югу от Праги, где весь объект будет отапливаться и охлаждаться системой тепловых насосов, использующих примерно 500 геотермальных скважин.

Наиболее известные курорты с горячими источниками расположены в Западной Чехии, в районе Эгерского/Огржского рифта. Самый горячий источник в Карловых Варах имеет температуру 73°C. В нескольких местах Чешской Республики горячие минеральные воды эксплуатируются в оздоровительных целях. Самый крупный объект находится недалеко от Пасохлавки (Pasohlávky) в южной Моравии, где бассейны общей площадью 3000 м² снабжаются геотермальной скважиной глубиной 1,5 км. Производительность скважины составляет 74 л/с, а температура глубинной воды — 46°C.

Нет новых данных об использовании энергии в бальнеологии, но на основании отчёта WGC 2010 расчётная мощность для курортов составляет 4,5 МВт и потребление энергии 90 ТДж/год [7]. Геотермальные тепловые насосы дают 320 МВт и потребление энергии 1700 ТДж/год. Общая мощность по стране составляет 324,5 МВт и 1790 ТДж/год [8].

9.7. Эстония

Из этой страны не было получено никакой новой информации. Таким образом, будут использованы оценки WGC 2010. Геотермальная энергия используется только для геотермальных тепловых насосов, количество которых оценено в 4874 единицы, с установленной мощностью 63 МВт и энергопотреблением 356 ТДж/год, с коэффициентом использования установленной мощности (англ. Capacity Factor) CF = 3,5 и 2200 часами работы при полной нагрузке в год [9].

9.8. Греция

Геотермальная энергия в Греции в основном используется для бальнеотерапии и теплиц, а её применение для нагревания почвы, объектов аквакультуры и обогрева помещений всё ещё довольно неве-

лико. Использование лечебных свойств термальных вод является самым древним и наиболее распространённым. По всей стране зарегистрировано более 750 термальных и минеральных источников, половина из которых классифицируется как лечебные. Геотермальная вода используется почти в 70 спа-салонах и банных центрах, а также в более чем 25 открытых бассейнах.

Большинство из 18 геотермальных теплиц Греции расположены на севере страны (Македония и Фракия). Общая площадь теплиц увеличилась с 2015 года и в 2019-м достигла более 40 га. Большинство теплиц остеклены и производят различные виды овощей (помидоры, огурцы и т.д.) и цветов, в основном для внутреннего рынка. Самая крупная и перспективная геотермальная инвестиция, когда-либо реализованная в Греции, это аграрный объект, построенный в 2014 году. Он состоял из многопролётного геотермального тепличного комплекса для гидропонного выращивания томатов и огурцов. Блок был постепенно расширен с 4,2 га в 2015 году до 18,5 га в 2019-м и достигнет 20 га в 2020 году. Тогда же была построена первая геотермальная теплица (3,5 га) для разведения и получения укоренённых черенков декоративных растений. Использование низкотемпературных геотермальных жидкостей для наружного обогрева почвы было начато в 1998 году, а аналогичная установка была построена в 2005 году. На обеих плантациях в начале сезона выращивают белую и зелёную спаржу, а иногда и другие овощи, такие как салат и арбуз. Выращивание спирулины в воде с геотермальным подогревом практикуется в Греции с конца 1990-х годов. Сегодня в этом секторе активно работают три компании, а общая занимаемая площадь составляет 0,9 га.



● ● Геотермальная теплица в северной части Греции

Единственная геотермальная установка по дегидратации овощей была запущена в Греции в 2001 году. До сих пор она производила более 300 тонн сушёных томатов, а в последние годы увеличила количество оливок, наряду с другими овощами (спаржей, перцем и баклажанами) и фруктами (яблоками, лимонами, дынями). Установка работает как в течение всего года, так и только с июня по сентябрь для сушки томатов.



••• Винодельня Ktima Brintziki на острове Пелопоннес использует геотермальную энергию

Использование геотермальной энергии для отопления помещений ограничено. В последние годы низкотемпературными геотермальными водами отапливались два спа-центра, небольшое здание школы, офисы площадью 2000 м² и технологические помещения в тепличном блоке, а также несколько домов в северной части Греции. «Неглубокие» грунтовые тепловые насосы (GSHP) образовывают крупнейший сегмент геотермального сектора по установленной мощности и производимой энергии. Первая документально подтверждённая система GSHP была установлена в Греции в начале 1990-х годов. Однако значительный рост рынка таких насосов был зафиксирован лишь со второй половины 2000-х годов. Имеется тенденция к их использованию в крупных зданиях (таких как гостиницы, больницы, школы, университетские здания, аэропорты и портовые сооружения). В начале 2019 года было задействовано более 3500 установок грунтовых насосов. Большинство имеют мощность менее 100 кВт (в среднем 30 кВт), а около 200 систем превышают 100 кВт (в среднем 350 кВт). Они широко используются для систем обогрева и охлаждения помещений, и для ГВС.

Проникновение систем тепловых насосов в сельскохозяйственный сектор оставляет желать лучшего, но 13 лет назад

была установлена система подогрева почвы в начале сезона на плантации спаржи площадью 19 га в северной части страны. С тех пор она работает эффективно, обеспечивая плантацию дешёвой энергией. Плантация спаржи и демонстрационная теплица в центральной части Греции являются единственными случаями использования GSHP в сельском хозяйстве.

Сеть протяжённостью 2500 м для отопления и охлаждения девяти обще-

острова Пелопоннес, недалеко от древней Олимпии. Требования к отоплению и охлаждению объектов покрываются системой тепловых насосов замкнутого контура. Система отопления/охлаждения биоклиматического здания CRES была реконструирована и состоит из одного дуплета разомкнутого контура с титановым пластинчатым теплообменником. Геотермальный насос обеспечивает отопление и охлаждение здания через фанкойлы.

Таким образом, существует 25 пунктов, где геотермальную энергию используют непосредственно для отопления, а большинство — для обогрева теплиц с частичным обогревом индивидуальных помещений. Другое основное применение — в 70 спа-центрах и купальнях и 25 открытых бассейнах, большинство из которых работают с июня по октябрь.

Распределение мощности по типам прямого применения для Греции следующее: 1,65 МВт и 17,83 ТДж/год для индивидуального отопления помещений; 175 МВт и 1380 ТДж/год — для грунтовых тепловых насосов; 38 МВт и 407 ТДж/год — для отопления теплиц; 0,24 МВт и 4,75 ТДж/год — для сушки сельхозпродуктов; 43 МВт и 260 ТДж/год — для купален и бассейнов; 1,56 МВт и 17,94 ТДж/год — для других целей. В общей сложности 259,45 МВт и 2087,52 ТДж/год [10].

9.9. Венгрия

По состоянию на 2019 год геотермальное централизованное отопление доступно в 23 городах, причём в некоторых геотермальная энергия вносит свой вклад в существующую инфраструктуру централизованного теплоснабжения (в остальном работающую на газе), где доля геотермальной энергии составляет 30–100%.

Большинство систем — «каскадные системы водяного отопления», где газовое отопление общественных зданий (ратуш, библиотек, школ, больниц и т.д.) заменяется геотермальным. Такие системы в настоящее время не подключены к существующим системам централизованного теплоснабжения, которые обеспечивают теплом только отдельную часть населённого пункта через центр теплоснабжения. Данные местные системы вводятся в эксплуатацию на основании лицензии на водоснабжение и часто управляются местными муниципалитетами или муниципальными поставщиками услуг. Это контрастирует с системами централизованного теплоснабжения, где тепло обеспечивается торговой компанией на контрактной основе, регулируемой Венгерским органом регулирования энергетики и коммунальных услуг (МЕКН).



••• «Геотермальные» сушёные помидоры играют весьма важную роль в греческой кухне

Самый крупный геотермальный проект централизованного теплоснабжения находится в городе Мишкольце (Miskolc) на севере Венгрии. Проект был сдан в эксплуатацию в 2013 году. Этот участок имеет две эксплуатационные и три скважины обратной закачки, использующие термальную воду из карстово-трещиноватых карбонатов триасового фундамента с глубины 1,5–2,3 км, общей установленной мощностью 55 МВт. Эта система обеспечивает центральное отопление и горячее водоснабжение крупных жилых комплексов в районе Аvas (Avas) Мишкольца.



Геотермальный спа-курорт Széchenyi Medicinal Bath в Будапеште, Венгрия

После завершения проекта в Мишкольце следующий по величине проект прямого использования был осуществлён недалеко от города Дьера (Győr) в северо-западной части Венгрии, где система была введена в эксплуатацию в 2015 году. Эта установка обеспечивает теплом крупного промышленного потребителя Audi Motor Hungary, расположенного в пригороде, а также систему централизованного теплоснабжения города. Его тепловая мощность составляет 52 МВт. Имеются три эксплуатационные скважины с температурой оттока 101–102°C на устьях. В дополнение к каскадным системам централизованного и термального городского теплоснабжения было начато значительное количество проектов индивидуального обогрева помещений, в основном связанных со спа-салонами.

Сельское хозяйство является важной отраслью, где используется геотермальная энергия. Теплицы занимают более 80 га, а под пластиковые навесы и подогрев почвы термальной водой отведено более 250 га. Температура воды для спа-салонов обычно колеблется от 30 до 50°C. Самые горячие источники расположены в южной части Венгрии на румынской границе (89°C). Не менее известные курорты есть и во многих других местах.

Термальная вода для «общественного водоснабжения» в основном считается питьевой водой. «Питьевая термальная вода» — характерное понятие в Венгрии, где 90% питьевой воды обеспечивается из подземных источников. Там, где поверхность водоносные горизонты загрязнены (например, в южной части страны, где обнаружено высокое природное содержание мышьяка), предпочтение отдается тёплым термальным водам из более глубоких водоносных горизонтов с низкой минерализацией. В случае «неглубоких» геотермальных систем их мощ-

358,1 МВт и 2891 ТДж/год — для отопления теплиц; 25 МВт и 297 ТДж/год — для сушки сельхозпродуктов; 19 МВт и 220,62 ТДж/год — для промышленных процессов нагрева; 249 МВт и 3684 ТДж/год — для купален и бассейнов и 72 МВт и 1022 ТДж/год — для геотермальных тепловых насосов. Суммарно для страны получается 1023,7 МВт и 10 701,62 ТДж/год при CF = 0,34 [11].

9.10. Латвия

Эта страна не представила ни одного обновлённого документа. Поэтому будут использованы данные WGC 2010. Следующие цифры были зарегистрированы в 2005 году: 0,38 МВт и 8,9 ТДж/год для индивидуального отопления помещений; 0,17 МВт и 4,75 ТДж/год — на услуги централизованного отопления; 0,23 МВт и 6,44 ТДж/год — для рыбоводства; 0,53 МВт и 9,5 ТДж/год — для бальнеологии и 0,32 МВт и 2,22 ТДж/год — для геотермальных тепловых насосов (девять единиц). Суммарно это составляет 1,63 МВт и 31,81 ТДж/год [9].

9.11. Литва

Клайпедская геотермальная демонстрационная станция (KGDP) начала использовать геотермальные ресурсы для централизованного теплоснабжения в 2000 году. Абсорбционные тепловые насосы использовали раствор бромида лития (LiBr). Низкотемпературное геотермальное тепло извлекалось из вод девонского водоносного горизонта. Мощность станции была подтверждена государственной комиссией на уровне 35 МВт, из которых геотермальная часть составляла 13,6 МВт. Менеджеры KGDP пытались решить как проблемы закачки, так и сгладить последствия возникновения неблагоприятных рыночных условий. В результате станция работала только в отопительный сезон с 2013 по 2017 годы. В 2017 году Клайпедская геотермальная станция была закрыта. Остаётся надеяться, что проблемы, с которыми сталкивалась станция, будут решены таким образом, чтобы она могла служить исследовательским и образовательным целям, необходимым для дальнейшего развития геотермальной энергетики в Литве. Деятельность KGDP с 2001 по 2017 годы обеспечила уменьшение выбросов CO₂ в атмосферу на 88 тыс. тонн.

Количество маломасштабных наземных теплоносочных систем в Литве растёт. В настоящее время существует почти 7700 установок благодаря ряду частных предприятий. Общая установленная мощность оценивается в 125,5 МВт, производительность — в 1044 ТДж/год [12].

9.12. Македония

В стране действуют семь геотермальных проектов и шесть спа-центров с прямым использованием термальных вод, причём все они были завершены до конца 1980-х годов. Нынешнее состояние проектов выглядит следующим образом. Геотермальный проект в деревне Истебанья (Istibanja) вблизи города Виница (Vinica) обеспечивает отопление тепличного комплекса площадью 6 га в сочетании с котлом на мазуте для пиковых нагрузок. До кризиса это был один из самых неоптимальных проектов, но после приватизации в 2000 году он был реконструирован и оптимизирован за счёт австрийских и голландских грантов и теперь покрывает потребности в тепле для нужд экспортного производства роз. Геотермальный проект в общине Кочани (Kocani) в настоящее время является крупнейшим в Македонии. Он был разработан для обогрева тепличного комплекса площадью 18 га и покрывает потребности в отоплении общественных зданий в центре города. За последние 12 лет по экономическим причинам в качестве потребителей тепла были потеряны бумажная промышленность, производство автомобильных запчастей и установки для сушки риса. Банкротство завода ZIK Strumica и медленный процесс его приватизации привели к краху организационной структуры и ненадлежащему использованию системы геотермальных проектов «Банско» (Bansko) около одноимённой деревни в Северной Македонии. Из-за возросшего числа потребителей и неспособности покрыть требование пиковой нагрузки потребовалось введение централизованной системы управления и новых эксплуатационных скважин, а также осуществить значительную техническую реконструкцию и оптимизацию.



● В отеле «Царь Самуил» (город Струмица, Македония) используется геотермальное отопление

Другие виды использования — отопление гостиничного комплекса «Царь Самуил» (Car Samoil), рекреационного центра Spiro Zakov (дом отдыха, реабилитационные центры для детей), домов отдыха Jugotutun и Strumica, а также экспериментальных и частных пластиковых парников. В настоящий момент в основном бездействующая геотермальная система «Смоквица» (Smokvica) около города Гевгелия (Gevgelija), которая когда-то была самой большой в Македонии, покрывает потребности в отоплении 22,5 га теплиц и около 10 га пластиковых парников. В настоящее время эксплуатируются только три скважины из семи с общим расходом 90 л/с и температурой от 63,9 до 68,5°C для обогрева 10 га теплиц, из которых 6 га — теплицы и 4 га — пластиковые парники. При очень низких температурах наружного воздуха используется резервный котёл на мазуте.

В спа-центре Negorci Spa завершена реконструкция отопительных установок, и теперь все гостиничные и лечебные помещения отапливаются геотермальной энергией. Системы грунтовых

тепловых насосов (GSHP) прошли свой начальный период и в настоящее время становятся всё более популярными, хотя никаких регулирующих или контролирующих механизмов не существует. Даные по ним неполные, но, основываясь на ряде источников, они обычно используются в жилом секторе (в основном для индивидуальных домов) с примерно 1000 установленными блоками типичной мощности 2,5 кВт.

Итоговые «геотермальные» данные по Македонии: 0,84 МВт и 6,6 ТДж/год потребляется для индивидуального отопления помещений; 42,55 МВт и 518,37 ТДж/год идёт на услуги централизованного отопления, в основном в городах Банско и Кочани; 2,79 МВт и 61,14 ТДж/год — для обогрева теплиц, в основном в Истебанье; и 1,25 МВт и 37,5 ТДж/год — для геотермальных тепловых насосов. В целом по стране 47,43 МВт и 623,61 ТДж/год с CF = 0,42 [13].

9.13. Польша

Применение геотермальной энергии в Польше включает в себя обогрев помещений, бальнеотерапию, рекреацию, другие разовые виды применения, а также «неглубокую» геотермальную энергию (компрессорные тепловые насосы). В 2018 году в стране были введены в эксплуатацию шесть геотермальных отопительных установок. В регионе Подгалье (Podhale) геотермальная система централизованного теплоснабжения действует с 1993 года (в более широком масштабе — с 2001 года). С 2017 года суммарный максимальный расход артезианской воды с температурой в пределах 82–86°C, добываемой из трёх скважин, составил около 297 л/с. В 2018 году установленная геотермальная мощность была равна 38,8 МВт, а объём реализации геотермального тепла составил 451 ТДж, то есть 89,3% от общего объёма производства.



● Геотермальное отопление почвы в тепличном комплексе в деревне Истебанья, Македония

К 2018 году к системе было подключено около 1600 пользователей, в основном в Закопане (Zakopane) — главном городе этого региона и основном рынке тепла (система удовлетворяла около 35 % спроса на тепло). Геотермальная система централизованного теплоснабжения в Подгалье является одной из крупнейших в континентальной Европе. Районная тепловая станция города Мишонув (Mszczonów) работает с 2000 года. Как и в предыдущие годы, максимальный расход геотермальной воды температурой 42,5°C составлял около 16,6 л/с. В 2018 году общая установленная мощность была равна 8,3 МВт (газовые котлы 4,6 МВт, абсорбционный тепловой насос 2,7 МВт, компрессорный тепловой насос 1 МВт). В 2018 году объём продаж геотермального тепла составил 15,5 ТДж (около 38 % от общего объёма продаж равного 43,2 ТДж). После того как вода остывает, её используют для питья. Часть воды поступает на базу отдыха «Термы Мишонув» (Termy Mszczonów).

В городе Поддембице (Poddębice) геотермальная станция централизованного теплоснабжения мощностью 10 МВт работает с 2013 года, используя воду с температурой 68°C (средний расход 32,2 л/с). Установка снабжает общественные здания, школу, больницу (направляет воду в её реабилитационную часть), а также многоквартирные дома. В 2018 году продажа геотермального тепла составила 50 ТДж (96,5 % от общего объёма производства). Некоторая часть тёплых вод снабжает плавательные бассейны.

Районная тепловая станция города Пыжице (Pyrzycy) работает с 1996 года. В сезоне 2017/2018 в систему отопления была включена новая добывающая скважина (максимальный расход воды около 55 л/с, температурой 65°C), а все четыре старые скважины (две добывающие и две нагнетательные) начали работать как нагнетательные. Максимальная установленная мощность станции составляет 22 МВт, в том числе 6 МВт геотермальная. Она обеспечивает теплом и бытовой тёплой водой более 90 % потребителей Пыжице (население 13 тыс. человек) и удовлетворяет около 60 % общего спроса на тепло. В 2018 году продажи геотермального тепла составили 57 ТДж.

Геотермальная тепловая станция города Старгарда (Stargard) работает с 2012 года (после ремонта). В ее основе лежит дуплет из добывающей и нагнетательной скважины. В 2018 году максимальная выработка воды была около 50 л/с при температуре 87°C. Геотермальная мощность составила 12,6 МВт, а продажа тепла — 230 ТДж (полностью прода-

на муниципальной районной теплоэлектростанции). В 2018 году геотермальная энергия удовлетворяла около 27 % общей потребности в тепле Старгарда (население 75 тыс. человек).

Районная тепловая станция в городе Унеюве (Uniejów) работает с 2001 года, а для санатория — с 2012 года. Максимальный дебит одной эксплуатационной скважины составляет 33,4 л/с воды с температурой 68°C. Общая установленная

мощность и спа-центров, а также для нагрева воды для бассейнов и спа-процедур в нескольких населённых пунктах. Также несколько баз отдыха имеют индивидуальное геотермальное отопление.

В 2015–2019 годах геотермальные воды использовались для различных процедур в 12 здравницах (на две больше, чем сообщалось в 2010–2014 годах). В отдельных случаях утверждённые запасы воды варьировали от 0,5 до 56 л/с, а температура на



На «акваферме» Łosoś Jurajski атлантический лосось разводят в тёплой чистой термальной воде



мощность равна 7,7 МВт (3,2 МВт геотермальной, 1,8 МВт от котлов на биомассе и 2,4 МВт резервных от мазутных пиковых котлов). В 2018 году около 80 % всех зданий в этом городе снабжались геотермальной энергией. Часть термальной воды использовалась спа-центром и рекреационным центром (максимум 27,8 л/с воды при 42°C; около 1,5 МВт). Часть отработанной воды (8,3 л/с, 28°C) используется для подогрева футбольного поля (около 0,3 МВт, 5,5 ТДж) и пешеходных дорожек.

Подводя итоги геотермального централизованного теплоснабжения в Польше в 2018 году, отметим следующее: общая установленная геотермальная мощность шести систем составила 74,3 МВт, а продажи геотермального тепла — 813,1 ТДж. В частности, доля геотермального централизованного теплоснабжения в общем объёме производства/реализации тепла находилась в пределах от 38 до 100 %. В некоторых случаях цены на геотермальное тепло конкурировали с ценами на тепло, получаемое из ископаемых видов топлива, таких как газ, а иногда даже уголь. При индивидуальном отоплении помещений геотермальные воды (28–80°C) использовались для снабжения школьных комплексов, гостиничных зда-

ния и спа-центров, а также для нагрева воды для бассейнов и спа-процедур в нескольких населённых пунктах. Также несколько баз отдыха имеют индивидуальное геотермальное отопление.

В конце 2018 года действовало 14 термальных баз отдыха. В это число вошли три новых центра, открытых в отчётные годы: два крупных в Подгалье (шестой и седьмой центры) и один в другом районе. Несколько центров использовали геотермальную воду как для купален и бассейнов, так и для отопления. Некоторые центры эксплуатировали компрессорный тепловой насос мощностью 0,5–1,0 МВт для получения большего количества тепла из геотермальной воды перед её извлечением на поверхность (всего на 3–4 МВт больше). По крайней мере в одном из пунктов геотермальное тепло использовалось для плавления снега.

С 2015 года на балтийском побережье Польши работает ферма Łosoś Jurajski (Jurassic Salmon) по разведению атлантического лосося в очищенной термальной воде. Для отопления объекта также используется геотермальная вода. Что касается биотехнологий, то в 2018 году на Поддембицкой ТЭЦ было начато экспериментальное выращивание водорослей с применением тёплых термальных вод.

Полупромышленная установка сушки древесины в Подгалье (около 0,3 МВт и 0,6 ТДж) использовалась для подогрева футбольного поля и пешеходных дорожек, а также для плавления снега (например, на автостоянке по крайней мере в одном из термальных центров отдыха). В нескольких населённых пунктах геотермальная вода служила источником для извлечения йодо-бромных косметических солей и CO₂. Иногда производится розлив лечебной или столовой минеральной воды в бутылки, и постепенно развивается сектор использования геотермальной воды, связанный с производством косметики. В 2015–2019 годах продолжался прогресс по установке грунтовых тепловых насосов (GSHP). Подсчитано, что в третьем квартале 2018 года их продажи составили 5660 единиц. Ежегодный прирост в 2018 году составил около 5% по сравнению с 2017 годом. Подсчитано, что на конец 2018 года количество грунтовых тепловых насосов достигло около 56 тыс. единиц, при этом их общая мощность составляет не менее 650 МВт, а годовая выработка тепла — 3100 ТДж. Доля тепловых насосов во вновь построенных односемейных зданиях возросла: каждое седьмое здание отапливается тепловыми насосами.

Резюмируем данные по использованию геотермальной энергии в 2018 году. В общей сложности имеется 44 локации, из которых 27 применяют термальные воды для бассейнов, восемь — для индивидуального отопления помещений, шесть — для централизованного отопления, по одному для промышленных целей (сушка древесины), рыбоводства и плавления снега, и четыре — для других целей (подогрев пешеходных дорожек и извлечение йодо-бромных солей). Общее расчётоное количество установленных геотермальных теплонасосных агрегатов составляет более 56 тыс. с мощностью 10–200 кВт, со средним КПД около 4,2 и 3800 эквивалентными рабочими часами полной нагрузки в год. Таким образом, более 10,77 МВт и 99,81 ТДж/год предназначены для индивидуального отопления помещений; 74,3 МВт и 813,1 ТДж/год — для централизованного отопления; 2,1 МВт и 17,8 ТДж/год — для рыбоводства; 0,3 МВт и 0,6 ТДж/год — для промышленного применения тепла; 0,5 МВт и 2 ТДж/год для плавления снега; более 17,03 МВт и 137,17 ТДж/год — для купален и бассейнов; более 650 МВт и 3100 ТДж/год — для геотермальных тепловых насосов; и приблизительно 1 МВт и 5,5 ТДж/год — для других целей.

Суммарно по стране это составляет более 756 МВт и 4175,98 ТДж/год [14].



••• Больница д-ра Агриппы Ионеску, Румыния

9.14. Румыния

Геотермальный проект «Агриппа Ионеску» — проект использования термальных вод, финансируемый программой RONDINE и предназначенный для систем отопления и ГВС Больницы скорой медицинской помощи доктора Агриппы Ионеску (Agricippa Ionescu) в коммуне Балотешти (Balotesti) к северу от Бухареста. Рядом с больницей была пробурена новая геотермальная скважина. После завершения работ и испытаний в скважине был установлен линейный шахтный насос. Он может производить до 35 л/с термальной воды с температурой на устье скважины около 85 °C. Тепловая станция рядом со скважиной подаёт первичное тепло на подстанцию, которая обеспечивает здание больницы отоплением и горячей водопроводной водой. Ежегодная добыча геотермальной воды составляет около 270 тыс. м³ (в зависимости от температуры наружного воздуха в холодное время года), а годовая геотермальная энергия — около 6,5 ГВт. Использованная геотермальная вода сбрасывается в близлежащую реку, впадающую в небольшое озеро, поскольку она не вызывает никакого теплового или химического загрязнения.

Спа-центр Therme Bucharest Spa на сегодняшний день является крупнейшей частной инвестицией в геотермальный проект в Румынии. Компания получила необходимые лицензии на бурение и эксплуатацию новой геотермальной скважины. Линейный шахтный насос, установленный в скважине, подаёт геотермальную воду до 90 °C на установку рядом со спа-центром. После обработки для удаления всех потенциально вредных компонентов геотермальная вода используется в одном крытом и девяти открытых бассейнах для оздоровительных и рекреационных купаний. Вода в бассейнах рециркулируется, фильтруется и стерилизуется, а геотермальная вода добавляется для поддержания её температуры на уровне 33 °C. Роскошная растительность из цве-

тов и пальм в помещении индивидуально питается системой с компьютерным управлением. Геотермальная энергия также используется для нагрева обработанного воздуха в помещении, чтобы обеспечить комфортную атмосферу. Заведение открыто круглый год и может вместить более 16 тыс. посетителей одновременно.

Расширение геотермальной системы централизованного теплоснабжения «Орадя» — проект, который осуществляется в городе Орадя (Oradea) в западной Румынии и имеет более чем 40-летний опыт использования геотермальной энергии. Примерно в километре от производственной скважины в кампусе Университета Орадя (Universitatea din Oradea) была пробурена новая реинжекционная скважина, а недалеко от кампуса построена подстанция в средней спортивной школе.



••• Геотермальное бурение в городе Орадя

Линейный шахтный насос в геотермальной скважине университетского кампуса был заменён и теперь подаёт геотермальную воду с температурой около 85 °C не только на университетскую подстанцию, но и на новую в школе. Новая подстанция обеспечивает централизованное теплоснабжение средней школы и нескольких других близлежащих зданий, а остальное используется в университетской подстанции. Годовой объём геотермальной воды из добывающей скважины — около 21 тыс. м³ (около 20% используется университетской подстанцией). Ежегодное использование геотермальной энергии на новой подстанции составляет около 4,7 ГВт, заменяя тепло, вырабатываемое когенерационной электростанцией на природном газе в Ораде. Теплообменники на подстанции университета были заменены более крупными, и теперь температура отработанной геотермальной воды опустилась ниже 40 °C, поэтому она может использоваться повторно.

Самой важной системой геотермальных тепловых насосов (GHP) в Румынии является инфраструктура ELI-NP Extreme Light, которая построена в пригородном районе Бухареста Мэгуреле (Magurele). ELI-NP — первый паневропейский исследовательский центр, построенный в Восточной Европе и ориентированный на высокоточные исследования лазеров сверхвысокой интенсивности. Мощность отопления и охлаждения находится в диапазоне 5,4 МВт при общей кондиционируемой площади 27 тыс. м². Грунтовой теплообменник состоит из 1080 скважин глубиной 125 м, суммарная длина скважин 135 тыс. м. Общая инвестиционная стоимость около €356 млн оплачивается в основном за счёт выделенных для Румынии структурных фондов Евросоюза.



Инженерные системы центра ELI-NP

К сожалению, за последние три года в секторе «неглубокой» геотермальной энергетики не произошло серьёзного прогресса.

В Румынии было зарегистрировано 40 геотермальных проектов прямого использования, 34 — купальных, 19 — для индивидуального отопления помещений, 14 — для тепличного хозяйства, 12 — для централизованного отопления, два — для промышленного использования и один для рыбоводства. Из большинства пунктов сообщалось о многовариантном использовании.

Таким образом, индивидуальное отопление помещений составило 29,63 МВт и 207,28 ТДж/год, централизованное теплоснабжение — 78,31 МВт и 616,17 ТДж/год, тепличное отопление — 15,69 МВт и 80,49 ТДж/год, рыбоводство — 4,78 МВт и 9,5 ТДж/год, сушка сельхозпродуктов — 6,32 МВт и 12,7 ТДж/год, термические промышленные процессы — 3,75 МВт и 6,84 ТДж/год, купальни — 66,65 МВт и 492,34 ТДж/год и геотермальные тепловые насосы — 40 МВт и 480 ТДж/год.

В целом по Румынии: 245,13 МВт и 1905,32 ТДж/год [15].

9.15. Сербия

В Сербии горячая термальная вода в настоящее время используется более чем в 50 местах для бальнеологических целей, спорта и отдыха. Использование геотермальной энергии для отопления, а также в сельском хозяйстве и промышленных процессах также существует, но лишь в нескольких местах. Геотермальная энергия для отопления обычно применяется в системах, связанных с курортами и бальнеологией, в то время как централизованное теплоснабжение, основанное на геотермальной энергии, встречается редко. Однако растёт интерес к использованию «неглубоких» систем геотермальных тепловых насосов для отопления отдельных коммерческих и жилых зданий. Общая тепловая мощность всех гидрогеотермальных скважин в Сербии составляет около 200 МВт, а в Паннонском бассейне (Pannonian basin) — 82,5 МВт. До настоящего времени 24 гидрогеотермальные системы были построены в Паннонской низменности. Все они находились в эксплуатации до 1990 года, времени пика добычи, когда было произведено около 1,6 млн м³ термальной воды, которая использовалась для отопления, бальнеотерапии, сельского хозяйства и промышленных процессов. В других геотермально активных провинциях термальные воды используются в основном для лечения, спорта и отдыха, а в меньшей степени для отопления курортных и сельскохозяйственных сооружений. В последнее десятилетие интерес к геотермальной энергии возродился в связи с ростом стоимости ископаемого и ядерного топлива. Наибольший интерес в Сербии

вызывает использование геотермальных источников для аквапарков и оздоровительных центров.

В стране имеется 66 проектов, регулирующих прямое использование геотермальной энергии: 49 предназначены для водолечения, 21 — для централизованного отопления, восемь — для тепличного хозяйства, три — для применения в животноводстве, по одному — для сушки сельскохозяйственных культур и на объектах рыбоводства. Некоторые



Природные термальные источники Сербии



Термальный водопад на спа-курорте «Баня Ковиляча» (Banja Koviljača), Сербия

проекты предполагают мультивариантное использование. По оценкам, в настоящее время используется 1005 геотермальных теплонасосных установок мощностью от 10 до 40 кВт, работающих 2860 часов с полной нагрузкой в год. Большинство из этих установок используют водные источники со сдвоенными вертикальными грунтовыми системами.

Общие величины мощности и потребления геотермальной энергии объектами прямого использования в стране составляют: 12,818 МВт и 245,119 ТДж/год для индивидуального отопления помещений; 41,484 МВт и 503,053 ТДж/год — для централизованного теплоснабжения; 45,06 МВт и 89,329 ТДж/год — для тепличного отопления; 1,653 МВт и 22,924 ТДж/год — для рыбоводства; 3,947 МВт и 85,854 ТДж/год — для животноводства; 0,967 МВт и 26,868 ТДж/год — для сельскохозяйственной сушки; 33,773 МВт и 628,581 ТДж/год — для купален и бассейнов, а также 15,6 МВт и 124,413 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов.

В общей сложности имеем 115,302 МВт и 1726,141 ТДж/год [16].



••• Крупный спа-центр Пьештяны (Kúpele Piešťany) использует термальные воды 67–69 °C

9.16. Словакия

Геотермальная энергия в данной стране используется для производства тепла из 114 скважин на 74 участках. Следуя давней традиции использования геотермальных вод, начатой ещё в Средневековье, сектор отдыха (с бальнеотерапией или без неё) остаётся преобладающим видом использования геотермальных вод в Словакии. В настоящее время в Словакии действуют четыре геотермальные станции централизованного теплоснабжения (фактически гибридные, так как они объединены с котлами на природном газе), расположенные в крупных городах. Только пять скважин обеспечивают 11% установленной мощности (21,9 МВт), что даёт наибольшую тепловую мощность на скважину — 1,53 МВт. В 2017 году средняя тепловая мощность достигла 7,65 МВт по всем четырём районам, при производстве 159 ТДж тепловой энергии.

В 2017 году была введена в эксплуатацию новейшая установка, использующая геотермальную воду со свободным расходом 10 л/с и с температурой на устье скважины 92 °C, поддерживающая двухпластинчатый теплообменник с паспортной ёмкостью 2 × 1,55 МВт. Затем отработанная тёплая вода каскадом направляется в небольшой оздоровительный центр и термальный спа-центр и далее сбрасывается на поверхность.

Индивидуальное отопление помещений в качестве первичной утилизации происходит на девяти объектах. Однако в некоторых случаях тепловая энергия расходуется на другие цели, такие как теплицы или спа-салоны. Довольно уникальный вид использования геотермальных вод заключается в нагревании шахтного воздуха наряду с подачей тепла

в теплицы. Установленная мощность равна 34,6 МВт, что составляет 14% от общего объёма. В 2017 году средняя мощность скважин составила 9,56 МВт, при выработке 273 ТДж тепла (14%) и совокупной добыче геотермальных вод 22 106 м³ в год. Сельское хозяйство использует геотермальные воды в основном для обогрева теплиц, используя 13 скважин на 12 участках, из которых десять работают в крупных городах.



В некоторых поселениях геотермальная вода сезонно используется для отопления помещений и открытых бассейнов. Под «рекреацией» подразумевается использование геотермальных вод для обогрева бассейнов и не применяемых для лечебных воздействий или реабилитационных процедур. Существует 47 скважин, питающих 35 участков, где геотермальная энергия используется для обогрева бассейнов, как открытых, так и закрытых. Рекреация обеспечивается за счёт геотермальных вод в общей сложности в 18 из 22 мест, где в настоящее время добываются термальные воды. В текущей базе данных перечислены 13 объектов, где 39 скважин снабжают термальной водой лечебные учреждения (бальнеология).

Термальные курорты в Словакии решают широкий спектр проблем со здоровьем, поддерживая процессы как заживления, так и восстановления. Помимо водных процедур геотермальные воды низкой минерализации и температуры используются для питья и массажа. Скважины на бальнеологических курортах в совокупности поставляют 5 млн м³ геотермальных вод. Использование скважин с заявленным лечебным эффектом воды строго регламентируется, и операторы обязаны обеспечивать точный и регулярный контроль качества и количества подземных вод, что приводит, как правило, к меньшему забору по сравнению с доказанным дебитом. По сравнению с другим целевым назначением скважины на лечебных курортах работают 365 дней в году. В стране действуют два объекта, где геотермальная вода применяется для рыбоводства.

Сезонное использование геотермальных вод предназначено для культивационных бассейнов, однако термальная вода на этих объектах эксплуатируется в основном для отдыха и индивидуального обогрева помещений. Бытовые и крупномасштабные установки, пользующиеся неглубокой геотермальной энергией, имеют ограниченный рынок сбыта из-за большой существующей сети поставок природного газа. Основная оценка применения неглубокой геотермальной энергии может быть получена из доли тепловых насосов на рынке.

По крупным установкам авторы материала предпочитают ссылаться на статистику, представленную на EGC 2016, чтобы не делать предположений о бытовых установках. В общей сложности сообщается об использовании геотермальных тепловых насосов в десяти локациях.

Подводя итоги, отметим, что 68 объектов применяют геотермальную энергию для отопления, из них 39 объектов для купания, 11 — для сушки сельскохозяйственных культур, шесть — для промышленного применения, четыре — для централизованного теплоснабжения и один объект для рыбоводства.

Итак, для Словакии по категориям использования известны следующие цифры: 34,6 МВт и 273,2 ТДж/год используются для индивидуального отопления помещений; 21,9 МВт и 159,5 ТДж/год — на услуги централизованного отопления; 45,02 МВт и 229,3 ТДж/год — для отопления теплиц; 0,18 МВт и 0,4 ТДж/год — для рыбоводства; 127 МВт и 1325 ТДж/год — для купален и бассейнов и 1,6 МВт и 13,5 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов, что в общей сложности составляет 230,3 МВт и 2000,9 ТДж/год [17].



Спа-центр Rimske Terme около города Лашко (Laško) в восточной части Словении

9.17. Словения

Индивидуальное отопление помещений горячей термальной водой осуществляется в 20 местах, преимущественно на термальных курортах, в основном через теплообменники. Установки GHP, как правило, большой мощности, теперь монтируются для повышения температуры термальной воды в 20 местах. Ведущая категория прямого использования тепла геотермальной воды в стране — для плавания и купания (включая бальнеологию), реализуемая в 25 населенных пунктах. Существует 15 термальных курортов и здравниц, а также десять рекреационных центров (семь из них при гостиницах), где бассейны площадью 51,6 тыс. м² и объемом 67 160 м³ нагреваются геотермальной водой прямо или косвенно через теплообменники или геотермальные тепловые насосы (GHP). Температура устьевой воды на термальных курортах колеблется от 21,5 до 76°C. Единственная геотермальная система централизованного теплоснабжения работает в настоящее время в городе Лендаве (Lendava), где обогревается много общественных зданий (школа, детский сад, штаб-квартиры Petrol Geo и т.д.) и многоквартирных домов (всего 65 тыс. м²).

В восточной части Словении отопление теплиц с использованием геотермальной воды началось в 1962 году. Они занимают 4,5 га для выращивания цветов, в основном, для внутреннего рынка. В другом районе для обогрева 1 га теплицы по производству томатов используется уже термически отработавшая вода, поступающая из системы централизованного теплоснабжения с температурой 40°C. Построены также теплицы площадью 4 га для выращивания орхидей как для внутреннего, так и для внешнего рынков. Встутили в строй новые теплицы площадью 9 га для выращивания томатов, а также экзотических фруктов.



Плавательный бассейн с тёплой термальной водой в спа-центре Terme Dobrna, Словения

Охлаждение воздуха в гостиницах и других туристических комплексах, использующих геотермальную энергию, для шести известных населенных пунктов документировано неполно.

Плавление снега — относительно новый вид прямого использования в стране, оно реализовано в трёх населенных пунктах и использует отработанное геотермальное тепло для обогрева тротуаров, двух футбольных полей при отеле и трёх полей в других местах. Геотермальные тепловые насосы используются на семи базах отдыха и на двенадцати оздоровительных или спа-курортах, а также в двух других пунктах. Установки GHP, как правило, большой мощности (13,2 МВт в целом), используются в системах с открытым контуром для повышения температуры термальной воды при дальнейшем использовании в бассейнах и для обогрева помещений или просто для поддержания температуры воды в бассейнах и центрального отопления. Существует около 12,1 тыс. действующих малых установок GHP (обычно по 12 кВт), из которых 46% являются системами с разомкнутым контуром, 41% — с горизонтальными

замкнутыми контурами и 13% — с вертикальными замкнутыми контурами. Имеются также установки GHP большей мощности (более 20 кВт), установленные примерно в 670 системах в общественных и других зданиях. Из них 530 единиц — разомкнутые системы водоводяного типа (79%), 107 единиц — вертикальные замкнутые системы (16%) и 33 (5%) — горизонтальные замкнутые системы. Часы работы при полной нагрузке обычно составляют менее 2000 ч/год.

В Словении имеется всего 31 локация, использующая геотермальную энергию непосредственно, из них 25 — для купания и плавания, 20 — для индивидуаль-

ного отопления помещений, пять — для кондиционирования воздуха, по три — для обогрева теплиц и плавления снега и 16 — для других целей (в основном для нагрева бытовой горячей воды). Что касается геотермальных тепловых насосов, то 12,1 тыс. установок являются малыми (3–20 кВт) и 670 — большими (более 20 кВт), обеспечивая от 500 до 6600 эквивалентных часов полной тепловой нагрузки в год. Используются системы как с разомкнутым контуром (грунтовые), так и с замкнутым контуром.

Итак, 17,46 МВт и 161,42 ТДж/год предназначены для индивидуального отопления помещений; 2,21 МВт и 18,1 ТДж/год — для централизованного теплоснабжения; 3,22 МВт и 32,87 ТДж/год — для кондиционирования воздуха (охлаждения); 10,79 МВт и 111,57 ТДж/год — для теплиц; 1,03 МВт и 14,64 ТДж/год — для снегоплавления; 23,36 МВт и 197,33 ТДж/год — для ванн и плавательных бассейнов; 4,37 МВт и 42,79 ТДж/год — для бытового ГВС и 203,11 МВт и 1031,77 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов.

В общей сложности имеем: 265,55 МВт и 1610,49 ТДж/год при CF = 0,19 [18].

10. Содружество Независимых Государств

10.1. Республика Армения

Из этой страны не было получено ни одного доклада с обновлённой информацией, равно как и для конгрессов WGC 2015, 2010 и 2005. Приведённые здесь данные основаны на отчёте [19]. Геотермальная вода из одной действующей скважины продаётся как минеральная вода, а также используется для обогрева близлежащего гостевого дома. Две скважины производят углекислый газ CO_2 , одна — для завода по розливу минеральной воды, а другая — для завода по производству сухого льда. Эти скважины также снабжают горячей водой санаторий «Анкаван» (Ankavan), предназначенный для лечения желудочных заболеваний.

Используя цифры [20], авторы предполагают, что на индивидуальное отопление помещений потребляется 0,5 МВт и 7,5 ТДж/год, и для бальнеологических целей — 1 МВт и 15 ТДж/год. В общей сложности для страны это составляет 1,5 МВт и 22,5 ТДж/год.

10.2. Республика Беларусь

Существующие в стране нормативные акты не требуют регистрации геотермальных установок в Министерстве минеральных ресурсов и охраны окружающей среды. Поэтому их точное число неизвестно и возможны только приблизительные оценки. Первые небольшие теплонасосные системы были установлены в 1997 году для отопления водопроводных и канализационных сооружений, преимущественно в Минском районе. В последующие годы ситуация постепенно менялась. В настоящее время общее число геотермальных установок в стране оценивается примерно в 300. Самая крупная установка существует в юго-западной части страны в тепличном комплексе «Берестье» в городе Бресте. Комплекс использует пресную тёплую грунтовую воду, получаемую из скважины глубиной 1000 м. Температура воды на устье достигает 24°C, а дебит скважины составляет около 42 м³/ч. На этом объекте работают два тепловых насоса мощностью 505 кВт каждый. Другие теплонасосные установки используют открытый циркуляционный контур для перекачки пресной воды или замкнутые системы с горизонтальными или вертикальными теплообменниками. Основными потребителями подземного тепла являются пограничный переход «Новая Рудня» на украинской границе, а также близлежащие жилые дома и церковь. Есть основания предполагать, что их выходная мощность недооценена.



:: Термальный источник на водном курорте Джермук (в 175 км от Еревана), Армения

Несколько сотен небольших теплонасосных систем были установлены в частных коттеджах внутри и вокруг крупных городов. Большинство установок извлекают тепло из прохладных подземных вод не-глубоких скважин, с температурой грунта 8–10°C в качестве первичного источника энергии, или имеют замкнутые горизонтальные циркуляционные контуры. Одна установка использует речную воду.

В общей сложности в стране насчитывается 28 локаций, использующих около 300 геотермальных тепловых насосов (в основном водных) общей мощностью 10 МВт и потреблением 137 ТДж/год [21].



:: Горячая скважина в Нокалакеви, Грузия

10.3. Республика Грузия

В Грузии геотермальная энергия прямого использования применяется в 42 пунктах: в 22-х для обогрева теплиц, в 19-ти — для купания и в одном для разведения рыбы. Отопление помещений и бытовое горячее водоснабжение распространено в районе Тбилиси. Сообщается также о пяти геотермальных теплонасосных установках в аэропорту Кутаиси.

В итоге 8,11 МВт и 261,04 ТДж/год расходуется на отопление помещений; 5,46 МВт и 172,2 ТДж/год — на услуги централизованного отопления; 18,12 МВт и 571 ТДж/год — на обогрев теплиц; 0,03 МВт и 1,1 ТДж/год — на рыбоводство; 37,45 МВт и 1180,72 ТДж/год — на лечебные цели и плавательные бассейны и 0,03 МВт и 0,16 ТДж/год — на геотермальные тепловые насосы. Суммарно: 69,2 МВт и 2186,22 ТДж/год [22].



:: Термальные источники около Вани, Грузия

10.4. Российская Федерация

Непосредственное использование геотермальных ресурсов наиболее развито в Курило-Камчатском регионе, Дагестане и Краснодарском крае. На востоке (половина Камчатки) и на юге России (Кавказский регион) геотермальная энергия применяется для теплоснабжения жилых домов и обогрева теплиц. Ряд населённых пунктов в России используют геотермальную энергию непосредственно: по семи для централизованного теплоснабжения и индивидуального отопления помещений, шесть — для обогрева теплиц, пять — для бассейнов и бальнеотерапии, два — для сушки сельскохозяйственной продукции, по одному для рыбоводства и промышленных целей. В шести населённых пунктах западной и центральной России эксплуатируются 1000 геотермальных теплонасосных установок, однако точных данных нет, поэтому сделана примерная оценка. Таким образом, 110 МВт и 2185 ТДж/год используются для индивидуального отопления помещений; 110 МВт и 2185 ТДж/год — для централизованного теплоснабжения; 160 МВт и 3279 ТДж/год — для тепличного хозяйства; 4 МВт и 63 ТДж/год — для рыбоводства; 4 МВт и 63 ТДж/год — для нужд животноводства; 4 МВт и 69 ТДж/год — для сушки сельскохозяйственных культур; 25 МВт и 473 ТДж/год — для тепловых промышленных процессов; 4 МВт и 63 ТДж/год — для бальнеотерапии и бассейнов; а также, по примерным оценкам, 12 МВт и 95 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов. В общей сложности это составляет 433 МВт и 8475 ТДж/год [23].



Горячие источники в Долине гейзеров в Кроноцком заповеднике на Камчатке, Россия

10.5. Украина

В десяти районах страны развито прямое использование геотермальной энергии. Три других района определены как имеющие «небольшие» объекты. Десять идентифицированных районов насчитывают в общей сложности 30 местоположений (городов и округов). Все они применяют геотермальное тепло как для индивидуального отопления помещений, так и для ванных комплексов. По оценкам, в целом по стране насчитывается 110 тыс. геотермальных тепловых насосов мощностью от 5 до 20 кВт каждый и общей мощностью 1600 МВт и 4990 ТДж/год. Единственным другим идентифицированным видом использования является бальнеотерапия — 6,96 МВт и 95,95 ТДж/год. Таким образом, общий объём использования по стране составляет 1606,96 МВт и 5085,95 ТДж/год [24].



Термальные источники в Республике Адыгея, Российская Федерация

11. Австралия и Океания

11.1. Австралия

Пять штатов — Новый Южный Уэльс, Квинсленд (Queensland), Южная Австралия, Виктория и Западная Австралия, — сообщают о 24 локациях с прямым использованием геотермального тепла. В их числе 21 объект пользуется геотермальными источниками для купания и плавания, два для рыборазведения, один для промышленных целей и один для кондиционирования воздуха.

Самыми популярными и крупными геотермальными источниками являются Хот-Спрингс (Peninsula Hot Springs) на полуострове Морнингтон (Mornington) к югу от Мельбурна, где спа-центр, использующий геотермальную воду с температурой 47°C, принимает 540 тыс. посетителей в год. По приближённым оценкам, в семи штатах и на одной внутренней территории Австралии оборудовано 3348 геотермальных теплонасосных установок, в основном это вертикальные (и горизонтальные) замкнутые системы, а также системы с водным источником.



В целом по категориям использования 2,5 МВт и 25 ТДж/год потребляется для кондиционирования воздуха; 2,9 МВт и 47 ТДж/год — для рыбоводства; 1,3 МВт и 21 ТДж/год — для промышленных целей; 26,7 МВт и 381 ТДж/год — для спа-процедур и плавания и 61 МВт и 379 ТДж/год — для геотермальных тепловых насосов. Итого суммарно 94,4 МВт и 853 ТДж/год [25].

11.2. Новая Зеландия

Десять локаций в стране непосредственно используют геотермальную энергию, как на северных, так и на южных островах страны. Из них в девяти местах геотермальные источники применяются для купален и бассейнов, в трёх — для индивидуального отопления помещений, по два — для централизованного теплоснабжения и рыбоводства, в одном — для промышленных процессов и в трёх для других целей (орошение, защита от замерзания и в туристическом парке).

В настоящее время используется не менее 126 геотермальных тепловых насосов с эквивалентной полной нагрузкой 2628 часов работы в год. Большинство являются системами с водным источником, но некоторые из них представляют собой либо вертикальные, либо горизонтальные системы замкнутого контура. Две крупнейшие установки находятся в аэропорту и ратуше в городе Крайстчёрч (Christchurch). Таким образом, по расчётом 31 МВт и 300 ТДж/год используются для отопления индивидуальных помещений; 31 МВт и 278 ТДж/год — для централизованного теплоснабжения; 24 МВт и 366 ТДж/год — для отопления теплиц; 17 МВт и 196 ТДж/год — для рыбоводства; 0,1 МВт и 2 ТДж/год — для животноводства; 304 МВт и 6220 ТДж/год — для тепловых промышленных процессов (в основном извлечения и сушки кремнёма из геотермальных вод); 58 МВт и 1375 ТДж/год — для бассейнов; более 20 МВт и 391 ТДж/год — для геотермальных тепловых насосов; а также 33 МВт и 992 ТДж/год — для других целей. В общей сложности это составляет 519,1 МВт и 10 120 ТДж/год [26].



● Порт и вулкан Рабаул (Rabaul) на острове Новая Британия, Папуа — Новая Гвинея

11.3. Папуа — Новая Гвинея

Геотермальные ресурсы на острове Лихир (Lihir) используются для выработки электроэнергии для нужд золотого рудника. На острове Новая Британия (New Britain) низкоэнталпийное тепло применяется для варки яиц мегаподов (большоногов), которые используют горячую землю для инкубации своих яиц, а затем их собирают местные жители. Горячие источники на северной оконечности острова используются местными жителями для купания. Основываясь на оценках WGC 2010, прямое использование для лечебного купания оценивается в 0,1 МВт и 1 ТДж/год [9].



Экономия энергии

Геотермальная энергия — внутренний источник устойчивой и возобновляемой энергии для каждой страны — может заменить другие формы энергии, особенно ископаемое топливо. Для многих стран геотермальная энергия приводит к снижению их зависимости от импортируемого топлива, а для всех стран это означает элиминацию загрязняющих веществ, таких как частицы углерода и парниковые газы. В данном разделе предпринята попытка количественно оценить экономию ископаемого топлива, используя коэффициент эффективности 0,35, если конкурирующая энергия используется для выработки электроэнергии, и 0,7, если она используется непосредственно для производства тепла, например, в печах.

Используя величину 1 020 887 ТДж/год энергии, потреблённой к 2020 году (табл. 1 из [27]), и в предположении, что баррель нефти содержит $6,15 \times 10^9$ Дж и топливо используется для выработки электроэнергии, найдём, что экономия составит 474 млн баррелей нефти или 64,4 млн тонн нефти в год (300 фунтов / баррель = 136 кг / баррель = 42 галлона / баррель = 159 л / баррель \times плотность = 0,855 кг/л). Если бы нефть использовалась непосредственно для производства энергии путём её сжигания для отопления, то экономия

составила бы 237 баррелей или 32,2 тонны. Фактическая экономия, скорее всего, находится где-то между этими двумя значениями. Отметим, что 474 млн баррелей — примерно 1,6 дня мирового потребления нефти.

По данным Ливерморской национальной лаборатории им. Эрнеста Лоуренса, подготовленным для Министерства энергетики США [28], а также [29], следующие виды сбережения (за счёт их уменьшения) были бы реализованы для углерода CO₂, SO_x, NO_x. По сравнению с использованием электроэнергии экономия углерода даст следующие цифры: 20,32 т/ТДж из природного газа, 86,81 т/ТДж из нефти или 100,82 т/ТДж из угля при общей экономии при производстве углерода в 14,81; 63,38 или 7362 млн тонн, соответственно. Аналогично, используя данные 193 кг/МВт·ч (53,6 т/ТДж), 817 кг/МВт·ч (227 т/ТДж) и 953 кг/МВт·ч (264,7 т/ТДж) для выбросов углекислого газа при производстве электроэнергии из природного газа, нефти и угля, снижение выбросов CO₂ составит 54,27; 229,88 и 268,07 млн тонн, соответственно.

Экономия SO_x и NO_x при производстве электроэнергии из природного газа, нефти и угля будет 0,33; 1,39 и 1,51 млн тонн для SO_x, и 14,06; 42,22 и 45,76 тыс. тонн для NO_x.

● Сводные данные о прямом использовании ГЭ в мире за 2019 год

табл. 1

Регион/континент (страны/регионы)	МВт	ТДж/год	ГВт·ч/год	КИУМ
Африка (11)	198	3730	1036	0,597
Северная и Южная Америка (17)	23 330	180 414	50 115	0,245
— Центральная Америка и Карибский бассейн (5)	9	195	54	0,687
— Северная Америка (4)	22 700	171 510	47 642	0,240
— Южная Америка (8)	621	8709	2419	0,445
Азия (18)	49 079	545 019	151 394	0,352
Содружество Независимых Государств (5)	2121	15 907	4419	0,238
Европа (34)	32 386	264 843	73 568	0,259
— Центральная и Восточная Европа (17)	3439	28 098	7805	0,259
— Западная и Северная Европа (17)	28 947	236 745	65 762	0,259
Океания (3)	613	10 974	3048	0,568
Итого (88)	107 727	1 020 887	283 580	0,300



Если бы тепло вырабатывалось при сжигании этих видов топлива, выбросы углерода, CO₂, SO_x и NO_x составили бы половину этих значений. Фактическая экономия, разумеется, окажется где-то между этими значениями, поскольку для отопления и выработки электроэнергии будет использоваться смесь этих видов ископаемого топлива. Если рассматривать сокращение выбросов при работе GHP в режиме охлаждения, который не является геотермальным, то это эквивалентно дополнительной ежегодной экономии примерно 122 млн баррелей (18,1 млн тонн) мазута и сокращению углеродного загрязнения на 15,5 млн тонн от сжигания мазута для производства электроэнергии. Это предполагает, что годовая энергия, используемая при охлаждении, составляет примерно половину той, которая используется в режиме нагрева. Приведённые выше цифры обобщены в табл. 2.

Скважины

Рассматриваются скважины, пробуренные в течение 2015–2019 годов как для целей геотермальной электроэнергетики, так и для прямого использования.

В период 2015–2019 годов в 42 странах было пробурено около 2647 скважин как для производства электроэнергии, так и для прямого использования геотермального тепла. Неглубокие скважины для тепловых насосов не включены в эти цифры, но, вероятно, составляют примерно 20 тыс. скважин глубиной до 100 м. Это 3,6% годового прироста за период 2010–2014 годов (также для 42 стран). В среднем на страну приходится 63 скважины. Страны, пробурившие более 100 скважин: Китай, Турция, Кения, Индонезия и Ко-

ста-Рика (в порядке убывания). По типам скважин: 43,2% были пробурены для выработки электроэнергии, 40,5% — для непосредственного использования, 8,7% — комбинированных теплоэнергетических и 7,6% — исследовательских или градиентных. Общая глубина пробуренных 42 странами скважин составила 4464 км, то есть в среднем по 1,69 км на скважину по сравнению с 4,3 км в 2010–2014 годах; однако средняя глубина скважин для прямого использования будет меньше.

Страны, пробурившие в общей сложности более 100 км скважин за этот период: Китай, Кения, Турция и Индонезия (в порядке убывания, Китай пробурил 1624 км). Региональные вклады по бурению скважин: 15% в Африке по четырём странам (396 скважин); 58% в Азии по девяти странам (1537 скважин); 10,5% в Северной и Южной Америке по девяти странам (278 скважин); 12,2% в Европе по 18 странам (322 скважины); 4,3% в Океании по двум странам (114 скважин).

Персонал

Оценим количество человеко-летов профессионального персонала, работающего в геотермальной энергетике, для производства электроэнергии и прямого использования, в течение 2015–2019 годов.

На период 2015–2019 годы для 59 стран было доложено о 34,5 тыс. человеко-лет профessionальных усилий, направленных на разработку геотермальной энергии, как для электроэнергии, так и для прямого использования (никакого различия между ними не проводилось). Данные ограничены персоналом с высшим образованием. Средний показатель составил 585 человеко-лет на страну за пятилетний период (117 человеко-лет в год для страны). Это почти такое же общее количество по сравнению с 2010–2015 годами, но для 52 стран отмечается снижение на 12% по стране. Страны с более чем 100 человеко-лет в год: Франция, США, Россия, Исландия, Бельгия, Украина, Норвегия, Грузия и Италия (в порядке убывания); однако цифры являются приблизительными, поскольку данные для нескольких лет в течение пятилетнего периода отсутствовали или оценивались приближённо. Распределение профессиональной занятости по категориям: 13,5% — в правительстве, 23,5% — в коммунальных службах, 10,9% — в университетах, 1,8% платных иностранных консультантов, 0,7% — в программах иностранной помощи и 49,6% — частные предприятия. В этом случае параметр человеко-лет для проектов прямого использования меньше.



Мировая экономия энергии, выбросов углерода и парниковых газов*

табл. 2

Виды экономии	Величина экономии					
	Мазут, млн баррель	Мазут, млн т.у.т.	Уголь, млн т.у.т.	CO ₂ , млн т.у.т.	SO _x , млн т.у.т.	NO _x , млн т.у.т.
Как электричество	596	81,0	78,1	252,6	1,75	0,054
Как нефть	298	40,5	39	126,3	0,89	0,027

* При прямом использовании геотермальной энергии, включая геотермальные тепловые насосы, работающие в режиме охлаждения (в млн), в пересчёте на нефть (1 баррель = 42 галлона).

Региональные данные для 59 стран: 5,1% в Африке по девяти странам (350 чел.-лет в год); 11,4% в Северной и Южной Америке по 11 странам (787 чел.-лет в год); 33,1% в Европе по 27 странам (2288 чел.-лет в год); 44,0% в Азии по десяти странам (3037 чел.-лет в год); 6,4% в Океании по двум странам (445 чел.-лет в год).



Инвестиции

Оценим общий объём инвестиций в разработку геотермальной энергии для производства электроэнергии и прямого использования в течение 2015–2019 годов.

Примерно \$22,262 млрд были инвестированы в геотермальную энергию 53 странами за период 2015–2019 годов, как для генерирования электроэнергии (64%), так и для прямого использования (36%), что примерно на 11,1% больше, чем в 2010–2014 годах для 49 стран. Средний показатель составил \$420 млн на страну, причём страны, инвестирующие более \$500 млн: Индонезия, Турция, Китай, Тайвань, Кения, Республика Корея, Мексика, Чили и Италия (в порядке убывания). По категориям инвестиций: 27,9% приходилось на использова-



Вклад в экономику геотермальной энергии прямого использования

табл. 3

Страна	Особенности вклада
Исландия	90% зданий отапливается
Япония	2000 «онсенов» (горячий источник с инфраструктурой), 5000 общественных бань, 1500 отелей, обслуживающих 15 млн гостей в год
Швеция	40% зданий отапливается с помощью геотермальных тепловых насосов
Швейцария	110 тыс. геотермальных тепловых насосов (около 3,7 единиц на 1 км ²)
Тунис	244 га отапливаемых теплиц
Турция	116 тыс. жилых объектов отапливаются в 17 городах — около 40% жилья
США	Примерно 1,685 млн геотермальных тепловых насосов (рост на 4% в год)

Распределение по континентам геотермальной энергии прямого использования

табл. 4

Континенты	Страны	Доля по мощности, % МВт	Доля по выработке, % ТДж/год
Африка	11	0,2	0,4
Америка	17	21,7	17,7
Азия	19	45,6	53,4
Европа*	38	31,9	27,4
Океания	3	0,6	1,1

* Включая Грузию, Россию и Украину.

ние электроэнергии в 16 странах; 15,4% приходилось на прямое использование в 30 странах, 32,4% — на разработку месторождений, включая эксплуатационное бурение и наземное оборудование, в 33 странах; 24,3% — на НИОКР, включая разведку на поверхности и разведочное бурение, в 47 странах на общую сумму \$22,262 млрд. В табл. 3 перечислены некоторые существенные вклады прямого геотермального использования в экономику стран. И снова инвестиции в прямое использование меньше.

Перечислим региональные инвестиции непосредственно по континентам нашей планеты: 6,3% в Африке по семи странам (\$1,412 млрд); 10,2% в Северной Америке и Южной Америке по 11 странам (\$2,275 млрд); 8,7% в Европе по 22 странам (\$1,926 млрд); 0,6% в Океании по двум странам (\$0,143 млрд).

Примечания

Как и в предыдущих отчётах WGC, несколько стран выделяются в качестве основных производителей и потребителей геотермальных вод для прямого использования (Китай, США, Швеция, Турция, Япония, Германия, Исландия, Финляндия, Франция и Канада), однако в большинстве стран развитие идёт медленно. Это неудивительно, поскольку основным конкурентом является ископаемое топливо. Ещё одно препятствие — высокие первоначальные инвестиционные затраты на геотермальные проекты. Однако многие страны проводят необходимую подготовительную работу, инвентаризацию и количественную оценку своих ресурсов в рамках подготовки к последующему развитию при улучшении экономической ситуации, когда правительства и частные инвесторы смогут увидеть преимущества собственных, отечественных возобновляемых источников энергии. Это верно для многих Восточно-Африканских стран, таких как Джибути, Эритрея, Малави, Мозамбик, Руанда, Танзания, Уганда, Замбия и Зимбабве, которые обладают потенциальными геотермальными ресурсами, связанными с Восточно-Африканской рифтовой долиной.

В табл. 3 указаны страны, в которых прямое использование геотермальной энергии обеспечивает значительный вклад в их энергетические потребности. Распределение потребления геотермальной энергии по континентам показано в табл. 4, из которой следует, что Азия и Европа являются лидерами, причём 57 из 88 стран сообщили о 77% установленной мощности [МВт] и 80,6% прямого применения [ТДж/год].

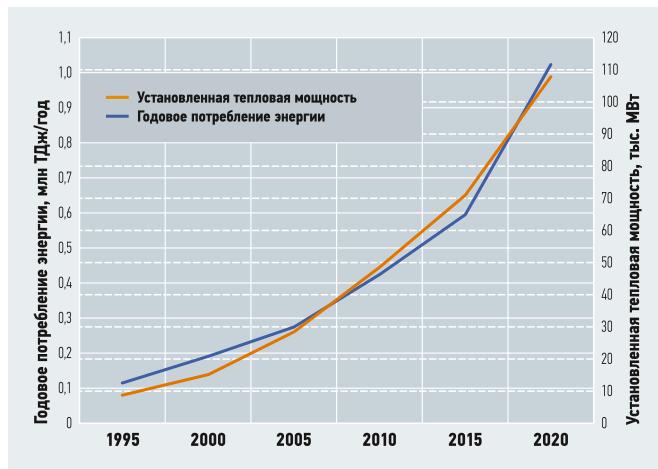


Рис. 1. Установленная мощность прямого использования геотермальной энергии и ежегодное потребление в 1995–2020 годах



Рис. 2. Мировое потребление геотермальной энергии прямого использования в 1995–2020 годах

С ростом интереса к геотермальным (грунтовым) тепловым насосам стало очевидным, что геотермальная энергия может эксплуатироваться в любом месте, причём как для отопления, так и для охлаждения. В настоящее время GHP составляют 72% по установленной мощности [МВт] и 58,8% по годовому потреблению энергии (ТДж/год), как это показано на рис. 1 и 2 [27]. Этот вид геотермального энергопотребления возрос с 2015 года. Геотермальные ресурсы с низкой и уме-

ренной температурой также используются на комбинированных теплоэлектростанциях (ТЭС), где горячая вода, часто с температурой ниже 100°C, сначала проходит через бинарную электростанцию (органический цикл Ренкина), затем распределяется для отопления помещений, плавательных бассейнов, теплиц, промышленного применения и/или рыбоводных прудов, прежде чем она закачивается обратно в водоносный горизонт. Проекты ТЭС, безусловно, максимизируют исполь-

зование ресурсов при одновременном повышении рентабельности инвестиций. Это было показано в Исландии, Австрии и Германии, а также в кампусе Технологического института Орегона в городе Кламат-Фолс (штат Орегон, США).



Сводная информация по мощности по различным категориям использования* табл. 5

Сфера применения	Мощность по годам, МВт					
	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Геотермальные тепловые насосы	1854	5275	15 384	33 134	50 258	77 547
Отопление помещений	2579	3263	4366	5394	7602	12 768
Теплицы	1085	1246	1404	1544	1972	2459
Сушка сельхозкультур	67	74	157	125	161	257
Промышленность	544	474	484	533	614	852
Бассейны	1085	3957	5401	6700	9143	12 253
Охлаждение/плавление снега	115	114	371	368	360	435
Прочее	238	137	86	42	79	106
Итого	8664	15 145	28 269	48 493	70 885	107 727
Процента прироста за пять лет	+74,8	+86,7	+71,5	+46,2	+52,0	

Сводная таблица по мощности по различным категориям использования* табл. 6

Сфера использования	Мощность по годам, ТДж/год					
	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Геотермальные тепловые насосы	14 617	23 275	87 503	200 149	326 848	599 981
Отопление	38 230	42 926	55 256	63 025	88 668	162 979
Теплицы	15 742	17 864	20 661	23 264	29 038	35 826
Аквакультура	13 493	11 733	10 976	11 521	11 953	13 573
Сушка агропродуктов	1124	1038	2013	1635	2030	3529
Промышленное	10 120	10 220	10 868	11 745	10 454	16 390
Бассейны	15 742	79 546	83 018	109 410	119 611	184 070
Охлаждение/плавление снега	1124	1063	2032	2126	2596	2589
Прочее	2249	3034	1045	955	1440	1950
Итого	112 441	190 699	273 372	423 830	592 638	1020 887
Процент прироста за пять лет	+69,6	+43,4	+55,0	+39,8	+72,3	

* Данные таблицы являются повтором табл. 8 и 9, соответственно, из второй части данной статьи [27].

Ключевые параметры и пояснения часто отсутствовали в докладах с обновлёнными данными по странам для WGC 2020, используемых в этом всемирном рецензии. Некоторые данные оказались ошибочными или неверно представленными, например, с коэффициентами мощности более 1,0. Были предприняты усилия для исправления этих ошибок, в том числе сделаны дополнительные оценки на основе доступной информации.

Несмотря на эти расхождения, работа над данным обзором оказалась полезной, поскольку она позволила продемонстрировать, что прямое применение геотермальных ресурсов с низкой и умеренной температурой при соответствующих условиях является экономически целесообразным и может внести значительный вклад в энергетический баланс страны или региона. По мере истощения ископаемого сырья и роста цен на нефть и газ геотермальная энергия станет экономически выгодным альтернативным источником энергии.

Несмотря на то, что первоначальные затраты на разработку геотермального ресурса высоки (разведка, бурение скважин, строительство трубопроводов и установок), долгосрочные затраты в данном случае весьма невелики. По сравнению с 2015 годом прямое использование геотермальной энергии увеличило свой вклад в мировой годовой энергетический баланс примерно с половины до одного дня в год.

На момент написания данного материала (декабрь 2019 года) стоимость сырой нефти составляла \$63 за баррель, но в последние годы менялась в пределах от \$40 до \$80 за баррель. Однако, когда геотермальная энергия становится более конкурентоспособной с ископаемым топливом, особенно если к ценам на последнее применяются углеродные штрафы, и лучше понимаются и принимаются экологические выгоды, развитие потребления «естественного тепла Земли» должно ускориться. Этот рост хорошо проиллюстрирован в табл. 5 и 6 (табл. 8 и 9 из [27]) и на рис. 1 и 2 [27].

Важной задачей в геотермальном сообществе является распространение информации о геотермальной энергии, её различных применениях и многочисленных экономических и экологических выгодах, которые могут быть получены от её использования.

Декларация конкурирующих интересов

Авторы не сообщают о каких-либо заявлениях о заинтересованности. ●

Благодарности

Джон Лунд (John W. Lund) и Анико Тот (Aniko N. Toth), авторы оригинального материала Direct Utilization of Geothermal Energy: 2020 Worldwide Review, хотели бы поблагодарить многих специалистов, предоставивших обновлённые документы по странам с данными, которые было трудно найти или вычислить. Эти цифры должны быть рассчитаны либо непосредственно авторами из стран, данные по которым представлялись, либо авторами оригинального материала. Джон Лунд и Анико Тот надеются, что их оценки геотермальной мощности и использования достаточно точны, однако они приветствуют любые предложения по изменениям или корректировкам.

Авторы хотели бы также посвятить эту статью двум ведущим специалистам, профессионалам в сфере прямого использования геотермальной энергии: во-первых, **Миклошу Арпаши** (Miklos Arpasi, 1945–2018), венгерскому геологу, который работал в Венгерской нефтегазовой компании (MOL), занимавшейся проектами непосредственного использования геотермальной энергии в Венгрии. Он был автором многих исследований и публикаций.

В Албании **Альфред Фрашери** (Alfred Frasher, 1935–2018) был известным инженерным геологом и геофизиком на геолого-минералогическом факультете Государственного университета Тираны (Universiteti i Tiranës, Албания) и многое сделал для содействия прямому применению геотермальной энергии в данной стране.

Также, хотя он не был вовлечен в работу по непосредственному использованию геотермальных источников, необходимо вспомнить **Руджеро Бертани** (Ruggero Bertani, 1956–2018). Он был известен своей работой с международным концерном ENEL (Ente Nazionale per l'Energia Elettrica) в Риме в качестве директора Департамента инноваций ENEL Green Power и в качестве менеджера по развитию геотермальной бизнеса в международном отделе компании ENEL, был автором докладов на World Geothermal Congress 2010 и 2005, представив важные обновлённые данные по мировому производству и использованию геотермальной энергии, а также являлся президентом Европейского совета по геотермальной энергетике (European Geothermal Energy Council, EGEC).

Наконец, Джон Лунд хотел бы поблагодарить свою супругу **Еву** за помощь в редактировании данного (оригинального) материала.



•• Джон Лунд и Анико Тот

- Kodheli N., Bushati S., Çelik B. et al. Albanian progress on geothermal usage (2015–2019). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 10 p.
- Frasheri A. Geothermal energy resources of Albania: Country Update. Proc. of 2015 World Geothermal Congress. Melbourne, Australia. 2015. 11 p.
- Miošić N., Samardžić N., Hrvatović H. The current status of geothermal energy research and use in Bosnia and Herzegovina. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 16 p.
- Hristov V., Benderev A., Stoyanov N. et al. Geothermal Update for Bulgaria (2014–2018). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 11 p.
- Kolbah S., Živković S., Škrle M., Tumara D. Finally the start of power production: Country Update for Croatia (2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 14 p.
- Michopoulos A. Geothermal development in Cyprus: Country Update 2019. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 5 p.
- Jiracova H., Stibitz M., Frydrych V., Durjova M. Geothermal Country Update for the Czech Republic. Proc. of 2015 World Geothermal Congress. Melbourne, Australia. 2015. 7 p.
- Dědeček P., Šafář J., Tym A., Holeček J. Czech Republic Country Update (2018). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 6 p.
- Lund J.W., Freeston D.H., Boyd T.J. Direct utilization of geothermal energy: 2010 Worldwide Review. Geothermics 40. Elsevier. 2011. Pp. 159–180.
- Papachristou M., Dalampakis P., Arvanitis A. et al. Geothermal developments in Greece: Country Update

- (2015–2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 14 p.
- Toth A.N. Country Update for Hungary. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 10 p.
- Zinevičius F., Sliaupia S., Mazintas A., Nika N. Geothermal energy in Lithuania: Country Update. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 2 p.
- Popovska-Vasilevska S., Armenski S. Macedonia: Country Update (2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 6 p.
- Kepińska B. Geothermal energy: Country Update Report from Poland (2015–2019). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 13 p.
- Gavrilici R., Rosca M., Bendea C. et al. Geothermal energy in Romania: Country Update (2015–2019). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 12 p.
- Oudech S., Djokic I. Geothermal energy use: Country Update for Serbia. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 11 p.
- Fričíksový B., Černák R., Marcin D. et al. Geothermal energy use: Country Update for Slovakia. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 19 p.
- Rajver D., Rman N., Lapanje L., Prestor J. Geothermal Country Update Report for Slovenia (2015–2019). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 16 p.
- Henneberger R. Personal communication by email (May 15, 2009). Geothermics. Richmond, California (US). 2009.
- Lund J.W., Freeston D.H., Boyd T.J. Direct applications of geothermal energy: 2005 Worldwide Review. Geothermics 34. Elsevier. 2006. Pp. 691–727.
- Zui V.I. Geothermal atlas and resources of Belarus: Country Update. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 12 p.
- Melikadze G., Tseretsvadze N., Vardigoreli O., Kapanadze N. Geothermal resource of Georgia. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 7 p.
- Svalova V., Povarov K. Geothermal resources and energy use in Russia. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 9 p.
- Morozov Y., Barylo A., Lysak O. Geothermal energy Country Update Report from Ukraine (2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 6 p.
- Beardmore G., Davidson C., Payne D. et al. Australia: Country Update. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 16 p.
- Daysh S., Carey B., Doorman P. et al. New Zealand Country Update (2015–2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 17 p.
- Бадаев Г.Б. [Прямое использование геотермальной энергии: всемирный обзор 2020. Часть 1](#) / Пер. с англ. // Журнал СОК, 2021. №6. С. 64–79.
- Kasameyer B. Working draft: Brief guidelines for development of inputs to CCTS from the Technology Working Group. Lawrence Livermore Laboratory, California (US). 1997. 10 p.
- Goddard W.B., Goddard C.B. Energy fuel sources and their contribution to recent global air pollution trends. Trans. of Geothermal Resources Council 14(1). Davis, California (US). 1990. Pp. 643–649.

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

Energy conservation measures when providing natural gas-supply to remote areas of Russia. Pp. 42–46.

Stanislav V. Chicherin, postgraduate student, the "Thermal Engineering" Department, Omsk State Transport University (OmSTU, Omsk city); **Sergey V. Glukhov**, PhD, Associate Professor, the "Thermal Engineering" Department, OmSTU (Omsk city); **Andrey V. Zhiukov**, PhD, Head of the Educational and Scientific Laboratory of the Department of Thermal Engineering and Hydrogas Dynamics, the Polytechnic Institute of the Siberian Federal University (PI SFU, Krasnoyarsk city); **Anatoly Iv. Matyushenko**, PhD, Head of the Department Engineering systems of buildings and structures, the Civil Engineering Institute of the Siberian Federal University (CEI SFU, Krasnoyarsk city); **Vladimir Al. Kulagin**, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Heat Engineering and Hydro-Gas Dynamics, PI SFU (Krasnoyarsk city); **Lilia V. Priymak**, PhD, Associate Professor, the Department of Engineering Systems of Buildings and Structures, ISI SFU (Krasnoyarsk city)

1. A. Ivanter, S. Kudijarov. *Hyvat li regionam Rossii gaza?* [Will the regions of Russia have enough gas?]. "Novosti sibirskoj nauki" ot 23.11.2020 [The "News of Siberian Science" dated November 23, 2020]. Web-source: sib-science.info. Access data: Mart 20, 2021. [In Russian]
2. *Jenergoeffektivnaja blochno-modul'naja kotel'naja proshla optyno-promyshlennuju jeksploataciju v Permskom RNU* [The energy-efficient block-modular boiler house has passed pilot operation at the Perm Regional Oil Pipeline Department]. *Press-reliz AO "Transneft" — Prikam'e* ot 31.01.2020 [Press release of "Transneft-Prikamye" JSC, dated January 31, 2020]. Web-source: kama.transneft.ru. Access data: May 10, 2021. [In Russian]
3. *Ob utverzhdenii Strategii social'no-ekonomicheskogo razvitiya Dal'nego Vostoka i Bajkalskogo regiona na period do 2025 goda* [On the approval of the Strategy for the socio-economic development of the Far East and the Baikal region for the period up to 2025]. *Rasporyazhenie Pravitel'stva RF* ot 28.12.2009 №2094-r [Order of the Government of the Russian Federation of December 28, 2009 No. 2094-o]. [In Russian]
4. V.A. Butuzov. *Geotermal'noe teplosnabzhenie: stoletnij optyt raboty rossijskikh nauchnyh shkol* [Geothermal heat supply: A century of experience in the work of Russian scientific schools]. *Jenergiya: jekonomika, tekhnika, jekologija* ["Energy: economics, technology, ecology" Magazine]. 2019. No. 5. Pp. 16–32. [In Russian]
5. V.T. Fjodorov, M.N. Kokoev. *Al'ternativnoe teplosnabzhenie severnyh poselkov gorodskogo tipa* [Alternative heat supply to northern urban-type settlements]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* ["Industrial and civil construction" Magazine]. 2020. No. 8. Pp. 65–73. [In Russian]
6. Ju.L. Lipovka, A.S. Venin, A.S. Mihajlova. *Gidravlicheskiy rezhim teplovoy seti pri perehode s otkrytoj na zakrytuju sistemju teplosnabzhenija* [Hydraulic regime of the heating network during the transition from an open to a closed heat supply system]. *Jenergosberezenie i vodopodgotovka* ["Energy saving and water treatment" Magazine]. 2019. No. 6. Pp. 53–56. [In Russian]
7. E.A. Kikot', F.N. Gazizov. *Vybor strukturny teplovoy generacii v gorodah RF pri aktualizaci shem teplosnabzhenija* [The choice of the structure of thermal generation in the cities of the Russian Federation when updating heat supply schemes]. *Izvestija vuzov. Problemy jenergetiki* [Proc. of the Higher Educational Institutions. Energy Sector Problems]. 2020. No. 5. Pp. 71–82. [In Russian]
8. G.N. Bajdusenov, S.K. Abil'dinova, A.A. Elemanova, R.A. Sadykov. *Jeffektivnost' penopoliuretanovyh trub pri modernizacii teplosetej* [The effectiveness of polyurethane foam pipes in the modernization of heating systems]. *Izvestija KGASU* [Bulletin of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering ("Izvestiya KGASU")]. 2020. No. 1. Pp. 109–117. [In Russian]
9. S.V. Chicherin. *Reservy snizhenija teplovoy poter' seti i povyshenija nadezhnosti teplosnabzhenija: analiz proektnoj i ispolnitel'noj dokumentacii* [Reserves for reducing heat losses of networks and increasing the reliability of heat supply: analysis of design and as-built documentation]. *Vestnik VolgGASU. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering ("Vestnik VolgGASU"). Series: Building and architecture]. 2020. No. 1. Pp. 204–215. [In Russian]
10. S.A. Bannikova, V.M. Zaharov, M.V. Kozlova. *Jeksperimental'noe opredelenie teplovoy poter' seti teplosnabzhenija dlja ih ispol'zovaniya v ustroistve utilizacii* [Experimental determination of heat losses of the heat supply network for their use in the utilization device]. *Vestnik IGJeU* [Bulletin of the Ivanovo State Power Engineering University ("Vestnik of ISPEU")]. 2019. No. 1. Pp. 5–11. [In Russian]
11. E.A. Birjuzova, A.S. Gluhanov. *Vlijanie sposoba prokladki truboprovodov na jenergoeffektivnost' teplovoy seti* [Influence of the method of laying pipelines on the energy efficiency of the heating network]. *Vestnik PNIPU. Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University ("Vestnik of PNIPU"). Series: Construction and architecture]. 2019. No. 4. Pp. 59–66. [In Russian]
12. D. Wolfrum, T. Neidhart. District heating pipes buried in temporarily flowable backfill materials. *Energy Procedia*. 2008. Vol. 149. Pp. 170–178.
13. Y. Shi, J. Du, D.A. Worthy. The impact of engineering information formats on learning and execution of construction operations: A virtual reality pipe maintenance experiment. *Automation in Construction*. 2020. Vol. 119. No. 103367.
14. S.V. Chicherin, A.V. Zhukov. *Proverka sostava oborudovaniya ITP na sootvetstvie trebovaniy zakazchika, normativno-tekhnicheskogo regulirovaniya i celesoobraznosti* [Checking the composition of the individual heating point equipment for compliance with customer requirements, regulatory and technical regulation and feasibility]. *Zhurnal San-texnika, otoplenie, kondicionirovaniye (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2020. No. 6. Pp. 30–34. [In Russian]

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

15. S.V. Chicherin. *Specifika sostavlenija zadaniya na proektirovaniye razdela OViK ob#ektov detskih i sportivnyh uchrezhdenij* [Specificity of drawing up a task for the design of the HVAC section of facilities for children's and sports institutions]. *Zhurnal San-texnika, otoplenie, kondicionirovaniye (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2020. No. 3. Pp. 34–37. [In Russian]
16. K.M. Luc, R. Li, L. Xu et al. Energy flexibility potential of a small district connected to a district heating system. *Energy and Building*. 2020. Vol. 225. No. 110074.
17. *O sostave razdelov proektnoj dokumentacii i trebovaniy k ih soderzhaniju* [On the composition of the sections of the project documentation and the requirements for their content]. *Postanovlenie Pravitel'stva RF* ot 16.02.2008 №87-PP (red. ot 27.10.2015) [The Decree of the Government of the Russian Federation dated February 16, 2008 No. 87-DG (as Amended on October 27, 2015)]. [In Russian]
18. *GOSTR 21.101–2020* [State Industry Standard of Russia No. 21.101–2020]. *Sistema proektnoj dokumentacii dlja stroitel'stva. Osnovnye trebovaniya k proektnoj i rabochej dokumentacii* [System of design documentation for construction. Basic requirements for design and working documentation]. Moscow. *Standartinform* [Russian Scientific-Technical Information Centre for Standardization, Metrology and Conformity Assessment ("Standartinform" Publishers)]. 2021. [In Russian]

Nonstationary thermal conductivity in a multilayer wall under abnormal winter weather conditions. Pp. 48–51.

Alexander V. Fomin, PhD, Associate Professor; **Oleg V. Mkrtchyan**, PhD of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Novorossiysk Branch of Belgorod Shukhov State Technology University (Novorossiysk city)

1. A.V. Gavrikov, A.Ju. Ivanov. *Anomal'no sil'naja bora na Chernom more: nabljudenie iz kosmosa i chislennoe modelirovaniye* [Abnormally strong bora in the Black Sea: observation from space and numerical modeling]. *Izvestija RAN. Fizika atmosfery i okeana* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics of the atmosphere and ocean]. 2015. Vol. 51. No. 5. Pp. 1–12. [In Russian]
2. *Bora (veter)* [The bora (wind)]. *Wikipedia*. Web-source: ru.wikipedia.org. Access data: May 17, 2016. [In Russian]
3. *SP 50.1330.2012* [Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 50.1330.2012]. *Teplovaja zashchita zdanij. Aktualiz. redakcija SNiP 23-02-2003* [Thermal protection of buildings. Updated edition of Sanitary Norms and Regulations of Russia (Russian Public Health Regulations) No. 23-02-2003]. Moscow. 2012. 100 p. [In Russian]
4. *Tehnicheskij reglament o bezopasnosti zdanij i sooruzhenij* [Technical regulations on the safety of buildings and structures]. *Fed. zakon* ot 30.12.2009 №384-FZ (posl. red.) [Federal Law of Russia December 30, 2009 No. 384-FL (last edition)]. [In Russian]
5. V.I. Ledenev, I.V. Matveeva. *Fiziko-tehnicheskie osnovy jeksploatacii naruzhnyh kirpichnyh sten grazhdanskikh zdanij: ucheb. posobie* [Physical and technical basis for the operation of external brick walls of civil buildings: A textbook]. Tambov. *Izd-vo TGTU* [Publishing House of the Tambov State Technical University]. 2005. 160 p. [In Russian]
6. A.P. Solodov. *Teplomasoobmen v jenergeticheskikh ustrojstvakh: jektronronnaja kniga* [Heat and mass transfer in power plants: e-book]. NIU "MJet" [Moscow Power Engineering Institute]. Web-source: twt.mpei.ac.ru. Access data: February 12, 2017. [In Russian]
7. A.V. Fomin. *Chislennoe reshenie zadachi Stefana metodom priamyh* [Numerical solution of the Stefan problem by the method of straight lines]. *Promyshlennaja teplotekhnika* ["Industrial heating technology" Magazine]. 1986. Vol. 8. No. 5. Pp. 10–13. [In Russian]
8. E.A. Volkov. *Chislennye metody* [Numerical methods]. Moscow. *Nauka* ["The science" Publishers]. 1987. 248 p. [In Russian]



15-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «ВОДА: ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ»



ЭКВАТЭК
ECWATECH

7-9 СЕНТЯБРЯ 2021

МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

ПРЕДСТАВЬТЕ ЛУЧШИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ
НА ВЕДУЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ВЫСТАВКЕ



ЗАБРОНИРУЙТЕ
СТЕНД

WWW.ECWATECH.RU

Организатор:  Reed Exhibitions

ООО РЕЛКС. РЕКЛАМА

1–2 декабря / Москва

2021

Главное событие, которое ежегодно
собирает на одной площадке лидеров
и практиков ветроиндустрии

Приглашаем на Форум 2021

- Поставщиков компонентов и производителей оборудования для ВЭУ, готовых к локализации
- Компании, занимающиеся конструированием и производством ветрогенераторов
- Проектные и строительные компании, готовые развиваться в компетенциях ВЭС
- Нефтегазовые и энергетические компании, которые готовы развивать ветроэнергетику как отдельное направление
- Химические и металлургические компании, чей интерес — снижение углеродного следа их предприятий
- Компании, занимающиеся обслуживанием и сервисом ВЭС
- Логистические и крановые компании
- Компании инициативы Re100 — заинтересованные в покупке и переходе на зеленую энергию



Полная информация и регистрация
WWW.RAWI.RU/FORUM

Организатор



РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ
ВЕТРОИНДУСТРИИ



МУЛЬТИСЕРВИСНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

1 филиал

2 филиала

4 филиала

17 филиалов

35 филиалов

44 филиала

2007 г.

2010 г.

2013 г.

2016 г.

2019 г.

2021 г.

В 2020 году оборот компании
составил 7,4 миллиардов рублей без НДС

Финансовую благонадёжность компании LUNDA
ежегодно удостоверяет система Контур Фокус,
присваивая с 2017 года кредитный рейтинг «А»

ЭТАПЫ ПРОИЗВОДСТВА

СТАЛЬНЫХ ШАРОВЫХ КРАНОВ БРОЕН БАЛЛОМАКС

НА ЗАВОДЕ БРОЕН

г. Коломна

БРОЕН
СДЕЛАНО В РОССИИ



1

ИНЖЕНЕРНОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ

2

ИЗГОТОВЛЕНИЕ
КОМПЛЕКТУЮЩИХ

3

СБОРКА,
СВАРКА

4

ИЗОЛЯЦИОННОЕ
ПОКРЫТИЕ

5

ВЫХОДНОЙ
КОНТРОЛЬ

6

ПОДГОТОВКА
К ОТГРУЗКЕ

Реклама.