



16

О надёжности
трубопроводных
систем



38

Система
отопления:
10 лет спустя



44

ОВИК
в медицинских
учреждениях



57

Солнечные панели
для плавучего
дома: проект

TECE
CLUB

TECE CLUB

Сообщество
профессионального
монтажа



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





КЛАПАНЫ ДЛЯ РАДИАТОРОВ
ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЕ ГОЛОВКИ



КЛАПАНЫ ДЛЯ ОДНО- И ДВУТРУБНЫХ СИСТЕМ
УЗЛЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ



ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА



ФИТИНГИ И АДАПТЕРЫ



ТРУБЫ PPR, PEХ, PERT, PEХ-AL-PEХ И PB



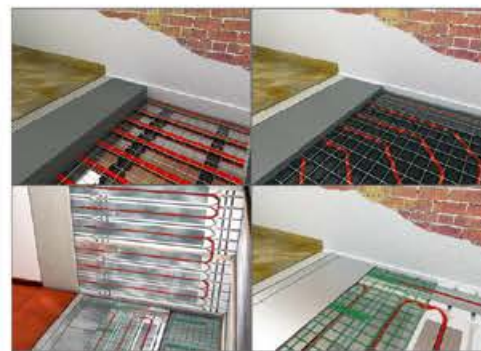
КОЛЛЕКТОРЫ



БАЛАНСИРОВОЧНАЯ АРМАТУРА



МОДУЛИ УЧЁТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛА



СИСТЕМА НАПОЛЬНОГО ОБОГРЕВА
И ОХЛАЖДЕНИЯ



БЛОКИ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ



ЗОНАЛЬНЫЕ И СМЕСИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ
КОТЕЛЬНОЙ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА



СИСТЕМЫ ПОТОЛОЧНОГО ОБОГРЕВА
И ОХЛАЖДЕНИЯ



ОТ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДО КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ.
РЕШЕНИЯ GIACOMINI ДЛЯ МАКСИМАЛЬНОГО КОМФОРТА

Giacomini: высококачественные компоненты для создания комфортных систем климата и водоснабжения жилых и общественных зданий. Тысячи продуктов, которые входят в нашу повседневную жизнь. Giacomini: часть жизни.

GIACOMINI S.p.A. • ООО «Джакомини Рус» • Тел. (495) 604 8396, 604 8079 • Факс (495) 604 8397 • info.russia@giacomini.com

На правах рекламы.



О надёжности и безопасности трубопроводных систем

По данным компании «Леруа Мерлен», офлайн-магазины российской сети которой посещают 4800 покупателей в день, а ежедневный онлайн-трафик составляет 600 тыс. посетителей, за день оформляют 50 тыс. онлайн-заказов. Такая востребованность возлагает на крупные сети ответственность за качество и безопасность реализуемой продукции.

16



Комплексный анализ системы отопления после десяти лет работы

Авторы предлагаемой статьи проанализировали, как за последние десять лет изменялись нормативные требования, направленные на повышение энергетической эффективности систем отопления. Ими проведено исследование системы отопления общежития гостиничного типа после десяти лет эксплуатации.

38



Исследование свойств рекуператоров на примере овощехранилища

Рассмотрены способы утилизации тепла и влаги из приточного воздуха в системе вентиляции на примере овощехранилища в летнее время. Авторами данной статьи проанализированы преимущества и недостатки различных схем утилизации тепла и влаги с использованием рекуперативных теплообменников.

47



Конференция «Возобновляемая и малая энергетика – 2021»

21–22 октября 2021 года в очно-заочном (онлайн) формате при информационной поддержке журнала СОК состоится XVIII Международная научно-практическая конференция «Возобновляемая и малая энергетика — 2021. Энергосбережение. Автономные системы энергообеспечения стационарных и подвижных объектов».

8



О компенсации пусковых токов с помощью суперконденсатора

В мире насчитывается 180 млн автономных солнечных электростанций, энергией которых пользуются 420 млн человек. Наибольшие трудности при эксплуатации АСЭС возникают, когда в нагрузку есть устройства с большим пусковым током, наиболее ярким представителем которых является холодильник...

54



Прямое использование геотермальной энергии. Обзор 2020. Часть 2

В представленном материале (в этом номере — вторая часть) дан мировой обзор прямого использования геотермальной энергии и обновлены данные исследований, проведенных ранее. Сравниваются данные из обзоров Всемирного геотермального конгресса (WGC) 1995, 2000, 2005, 2010 и 2015 годов.

58

Учредитель и издатель

ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»

Директор

Константин Михасев

Главный редактор

Александр Гудко

Технические редакторы

Сергей Брух, Александр Говорин

Руководитель отдела рекламы

Татьяна Пучкова

Ответственный секретарь

Ольга Юферева

Дизайн и верстка

Роман Головкин

Редакционная коллегия

Председатель:

С.Д. Варфоломеев, член-корр. РАН, д.х.н., проф., ИБХФ им. Н.М. Емануэля РАН

Сопредседатели:

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

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

Заместитель председателя:

И.Я. Редько, д.т.н., проф., ИБХФ им. Н.М. Емануэля РАН

Секция «Сантехника»

В.А. Орлов*, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»

Е.В. Алексеев, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»

Ж.М. Говорова, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГСУ»

Секция «Отопление и ГВС»

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

А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ

П.И. Дячек, д.т.н., проф., БНТУ

Секция «Кондиционирование и вентиляция»

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

Т.А. Дацюк, д.т.н., проф., СПбГАСУ

Г.М. Позин, д.т.н., проф., СПбГУТД

В.И. Прохоров, д.т.н., проф. кафедры «ТГИБ», НИУ МГСУ

Секция «Энергосбережение»

Э.Е. Сон*, акад. РАН, д.ф.-м.н., проф., МФТИ

В.Ф. Матюхин, д.т.н., проф., Центр МИРЭА

О.А. Сотникова, д.т.н., проф., ВГТУ

С.К. Шерьязов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО ЮУрГУА

А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ

Секция «ВИЭ»

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

Д.С. Стребнов, акад. РАН, ВИЭХ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

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

В.А. Булузов, д.т.н., проф., ФГБОУ ВО КубГУА

М.Г. Тягунов, д.т.н., проф., НИУ «МЭИ»

А.Б. Невзорова, д.т.н., проф., БелГУТ

В.Г. Николаев, д.т.н., директор НИЦ «Атмограф»

С.В. Грибков, к.т.н., с.н.с., ФГУП ЦАГИ, учёный секретарь

Комитета ВИЭ РосСНИО, акад. РИА

Секция «Биоэнергетика»

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

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

В.В. Масоедова, д.х.н., проф., эксперт РАН, ФБГУН ИХФ РАН

А.Н. Васильев, д.т.н., проф., ВИЭХ ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

* Руководитель секции.

Адрес редакции

143085, Московская обл., Одинцовский р-н,

раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2

Тел/факс: +7 (495) 665-00-00

E-mail: media@mediatechnology.ru

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС77-56668.

Перепечатка фотоматериалов и статей допускается лишь с письменного разрешения редакции и обязательной ссылкой на журнал (в том числе в электронных СМИ). Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Редакция не несет ответственности за информацию, содержащуюся в рекламных объявлениях.

Адрес в Интернете

www.c-o-k.ru, www.forum.c-o-k.ru

Отпечатано в типографии

«Тверской Печатный Двор», Россия.

Тираж 15000 экз., цена свободная.

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

ISSN 1682-3524

Новости

4

События

[Возобновляемая и малая энергетика — 2021](#)

8

Сантехника и водоснабжение

[ТЕСЕ: инновационно, технологично, просто](#)

10

[Ненсо: правильные подходы в непростые времена](#)

12

[Кто ответственен за надёжность и безопасность трубопроводных систем?](#)

16

[Простой метод определения реальной плотности искусственных фекалий](#)

21

[Реконструкция ветхих трубопроводов путём их разрушения и протаскивания в освободившееся пространство новых труб](#)

24

Отопление и ГВС

[«BAXI Exro и Партнёры». Главное — люди](#)

28

[Фильтры Giacomini — обзор решений](#)

31

[Тепловая инерция и цикличность работы систем поквартирного отопления на основе настенных газовых котлов](#)

32

[Экологически чистые технологии E.C.A.](#)

36

[Анализ энергоэффективности и физического износа системы водяного отопления после десяти лет эксплуатации](#)

38

Кондиционирование и вентиляция

[Особенности вентиляции и систем кондиционирования в медицинских учреждениях](#)

44

[Исследование тепло- и массообменных свойств рекуператоров на примере овощехранилища](#)

47

[Моделирование вентиляционных потоков методом, основывающемся на теории функций комплексного переменного](#)

50

Энергосбережение и ВИЭ

[Исследование возможностей компенсации пусковых токов с помощью суперконденсатора при автономном питании](#)

54

[Спасение для дебаркадера: в Нижнем Новгороде от солнечных панелей запитали плавучий дом](#)

57

[Прямое использование геотермальной энергии: всемирный обзор 2020. Часть 2](#)

58

References

80

Одной строкой

•• Выставка BAH1 Expo, в рамках которой компания BWT анонсировала открытие представительства в городе Екатеринбург, прошла в центре культуры «Урал» 23 июня и собрала европейских и российских лидеров в области отопления, водоснабжения и инженерного оборудования.

•• Японская компания Daikin Industries инвестировала в ведущего мирового производителя графеновых нанотрубок — российскую компанию OCSiAL. Размер инвестиций неизвестен, но есть информация, что стоимость компании на данный момент составляет \$2 млрд.

•• С июля 2021 года компания Rols Isomarket разместила складские терминалы в логистическом центре столичного региона — Индустриальном парке «Русич — Холмогоры». Ныне именно это расположение максимально соответствует задачам Rols Isomarket и её партнеров.

•• Нефтегазовые компании Shell Gas & Power Developments и Uniper Hydrogen намерены заняться ускорением развития водородной экономики в Европе. Об этом говорится в сообщении Uniper.

•• Текущие высокие цены на нефть могут помочь ускорить энергопереход. Но, по мнению аналитиков Международного энергетического агентства (МЭА), которое они излагают в своём ежемесячном отчёте, эти высокие цены затормозили восстановление мировой экономики.

•• Производитель климатического оборудования «Русклимат» работает над созданием межрегионального промышленного кластера на территории Владимирской области и Удмуртии. Создание межрегиональной кооперации позволит сформировать полную технологическую цепочку.

•• Банк «Центр-Инвест» (город Ростов-на-Дону) заключил договор с ООО «Солар Системс» (Solar Systems, российская «дочка» сингапурской Helios Mech Pte. Ltd.) о поставке 1,271 млн кВт-ч от Старомарьевской солнечной электростанции, сообщили «Интерфаксу» в пресс-службе банка.

•• Зарубежные автокомпании могут в ближайшее время открыть в России локализованное производство электрокаров. Об этом заявил в рамках международного форума «Иннопром» директор департамента автомобильной промышленности и железнодорожного машиностроения Минпромторга РФ Денис Пак.

•• Ветряные и солнечные электростанции (ВЭС и СЭС), а также АЭС и большие ГЭС в России, возможно, обяжут аттестовать часть выработки электроэнергии в новой национальной системе сертификации. Об этом пишет издание «Коммерсантъ» со ссылкой на источники на рынке.

Daikin

Daikin – эффективная защита от коронавируса



Компания Daikin Europe N.V. обратилась во французскую лабораторию Института Пастера в Лилле. Её сотрудники должны были изучить модельный ряд систем очищения воздуха. Сейчас официально доказано, что системы очищения воздуха компании Daikin уничтожают вирионы коронавируса человека HCoV-229E более чем на 99,98% в течение 2,5 минут. И это очень важное достижение. Институт Пастера в Лилле изучал влияние систем очищения воздуха на коронавирус HCoV-229E, который тесно связан с коронавирусом SARS-CoV-2. В целях безопасности

во время тестирования не использовался сам вирус SARS-CoV-2. Оба вируса принадлежат к семейству коронавирусов, и этот факт говорит о том, что системы очищения воздуха компании Daikin являются важным средством, с помощью которого можно уменьшить риск передачи вируса и эффективно бороться с пандемией COVID-19.



Компании Daikin удалось добиться такого результата благодаря использованию высокоэффективного электростатического фильтра, который задерживает патоген, и собственной запатентованной технологии Flash Streamer, сильное воздействие которой убивает вирус.

Grundfos

Новый насос Grundfos UPA 15-160 для системы водоснабжения частного дома

Компания Grundfos представила новый автоматический малый повысительный насос UPA 15-160 для системы водоснабжения частного дома или квартиры. Его отличают увеличенная расходно-напорная характеристика (расход до 4,4 м³/ч и напор до 16 м), усовершенствованная конструкция с энергоэффективным двигателем нового поколения на постоянных магнитах, а также компактные монтажные размеры. Модель производится на заводе компании во Франции.

Насос UPA 15-160 повышает давление воды для комфортного пользования бытовым сантехническим оборудованием: душевыми кабинами, смесителями, водонагревателями, стиральными и посудомоечными машинами.



Он обеспечивает работу одной или нескольких точек водоразбора, предназначен для использования в системах с рабочим давлением от 0,2 до 10 бар, питается от бытовой сети переменного тока и сертифицирован для перекачивания питьевой воды с температурой от +2 до +95 °С.

Как и вся серия UPA, новая модель работает автоматически и защищена от сухого хода. Компактные размеры и прямое расположение патрубков всасывания и нагнетания позволяют монтировать насос прямо в трубу. Его корпус изготовлен из чугуна со специальным антикоррозионным покрытием или из нержавеющей стали.



Xylem

Погружной дренажный насос Xylem Flygt Bibo Alpha

Компания Xylem представила новый погружной дренажный насос Flygt Bibo Alpha, который автоматически подстраивается к характеристикам расхода и напора вместо использования статической кривой. Благодаря этому он будет полезен как в горнодобывающей и строительной отраслях, так и в любой другой, где требуется эффективное и надёжное водоотведение.

Bibo Alpha — это насос, который относится к категории «подключи и работай». Благодаря встроенному микропроцессору он самостоятельно оптимизирует производительность. Эта новая технология выводит на новый уровень гибкость системы, адаптируя её к изменяющимся условиям работы.



Преимущества насоса Flygt Bibo Alpha следующие. Он имеет мощность 8 кВт и обладает уникальной напорно-расходной характеристикой, заменяя целую линейку традиционных насосов мощностью от 2 до 10 кВт, и прослужит в четыре раза дольше традиционного насоса для водоотведения. Позволяет уменьшать складские запасы благодаря уменьшению количества комплектующих, а также сокращению количества типоразмеров насосов за счёт широкого диапазона напорно-расходной характеристики. Способствует увеличению сервисных интервалов и снижению стоимости техобслуживания на 50%. Уменьшает потребление энергии на 60% благодаря работе в точке максимального КПД.



Electrolux

Инновации в климате: Air Flower от Electrolux



Впервые на российском рынке появились мобильные кондиционеры с уникальным цилиндрическим дизайном корпуса и прорывным технологическим решением, разработанным специально для российского типа окон. Серия Air Flower от Electrolux дополнена телескопической планкой-переходником, которая идеально подходит для распашных оконных рам и не нарушает внешний вид интерьера. Стандартные мобильные кондиционеры в настоящее время комплектуются переходником для слайдерного типа окон, которые распространены преимущественно в Европе и США. Планируется внедрить новую технологию и для других моделей.

Это ещё не все инновации! От стандартных мобильных кондиционеров новая серия Air Flower от Electrolux отличается на 100%. Прибор, сочетающий шведскую функциональность и дизайн, полностью меняет привычный взгляд на климатическую технику. В Electrolux Air Flower используется озонобезопасный фреон R290, который не наносит вреда окружающей среде, а также повышает энергоэффективность кондиционера. Благодаря технологии вихревого потока и спиральной форме воздуховода прохладный воздух распределяется равномерно по всему помещению. Прибор при необходимости позволит быстро обогреть и просушить помещение в межсезонье с помощью теплового насоса, создав максимально комфортный микроклимат.



Энергетика

Сколько жителей РФ получат газ в рамках догазификации?

Бесплатная газификация в рамках поручений президента России и утверждённой правительством в мае новой модели газификации может затронуть около трёх-четырёх миллионов домовладений. Об этом заявил вице-премьер РФ Александр Новак.

По словам Новака, речь идёт о том, что собственники домов, которые раньше платили за подведение газа до участка, теперь не будут тратить свои собственные средства. Также вице-премьер отметил, что за это будет отвечать единый или региональный оператор газоснабжения, и теперь это будет его задача — довести газ по заявке собственника домовладения до границы участка, на территории которого стоит жилой дом, зарегистрированный соответствующим образом.



Новак напомнил, что для реализации новой модели газификации сейчас ведётся работа по внесению необходимых изменений в законодательство. Чиновник уточнил, что жителям надо будет только оплатить строительство и прокладку газопровода внутри границ участка, а также приобрести необходимое газоиспользующее оборудование. Кроме того, в каждом регионе сегодня созданы штабы, будет создан дополнительный сервис в рамках госуслуг в ближайшее время, чтобы владельцам домов можно было в электронном виде через Интернет подать заявку на обеспечение газификации по новым правилам.

Одной строкой

:: Тема сокращения парниковых выбросов в атмосферу находится на повестке дня в РФ. Однако отказаться от угольной генерации сейчас невозможно, заявил пресс-секретарь президента РФ Дмитрий Песков.

:: Премьер-министр Михаил Мишустин распорядился образовать межведомственную рабочую группу по развитию в РФ водородной энергетики.

:: Водород пока что является малоперспективным источником энергии. Это основной вывод брифинга Innovation Insights, подготовленного лондонским Мировым энергетическим советом (WEC) в сотрудничестве с Исследовательским институтом электроэнергетики (EPRI) и PwC.

:: Парк автобусов в Москве может стать полностью электрическим к 2025 году, считает глава Минпромторга России Денис Мантуров.

ГК «КСК»

Производство российских спиральных компрессоров

В рамках решения задач импортозамещения элементов климатических систем для транспорта дивизион «Климатическое оборудование» Группы компаний «Ключевые системы и компоненты» (ГК «КСК») ведёт работу над созданием первых российских фреоновых спиральных компрессоров со встроенным электродвигателем. Результаты этой работы



были продемонстрированы председателю Правительства РФ Михаилу Мишустину, посетившему промышленный технопарк «КСК» в Твери для знакомства с проектами по локализации производства высокотехнологичных компонентов для транспортного машиностроения. В настоящее время компрессоры проходят заводские испытания, начало серийного производства запланировано на 2022 год. Ранее дивизион «Климатическое оборудование» КСК уже приступил к выпуску трубчато-ламельных теплообменников, образцы которых также были представлены председателю правительства.

VTS

Воздушные завесы WING Dark



VTS расширила ассортимент воздушных завес новой моделью WING Dark в цвете RAL 7016. Воздушная завеса WING — это устройство, предназначенное для создания невидимого воздушного барьера, благодаря которому поддерживается комфортная температура помещения в зависимости от времени года: тепло зимой и приятная прохлада летом. Дополнительная функция завес WING — защита от проникновения загрязняющих веществ, таких как выхлопные газы, пыль, листья, насекомые.



Почему RAL 7016?

Дело в том, что цвет RAL 7016 (Anthracite Grey) является одним из наиболее популярных цветов, который используется в современных интерьерах. Теперь проектировщикам, дизайнерам и архитекторам не нужно идти на компромисс и сохранить концепцию тёмных интерьеров. Цвет функционального устройства больше не будет мешать видению дизайнера и нарушать единый стиль пространства.



WING Dark выглядит так, как этот пример в современном салоне красоты (на фото).

WING Dark RAL 7016 эффектно дополнит здание. Благодаря серому цвету WING Dark также идеально подойдёт к экстерьеру зданий: фасаду, к цвету ворот или двери; подчеркнёт композицию или скроет недостатки используемой черепицы, металлочерепицы или другого типа кровли.

WILO

ООО «Вило Рус» отметила пятилетие со дня открытия завода в России

29 июня компания ООО «Вило Рус» провела торжественное онлайн-мероприятие, посвящённое юбилею завода WILO в Ногинске.

В цифровом мероприятии, формат которого был обусловлен текущей ситуацией с коронавирусом, приняли участие Йенс Даллендоефер, старший вице-президент региона продаж «Развивающиеся рынки», Николай Самойлов, генеральный директор ООО «Вило Рус», и Павел Филиппенков, технический директор ООО «Вило Рус».

В ходе онлайн-конференции топ-менеджмент компании поделился достижениями и результатами развития производства со дня открытия завода, а зрители имели возможность увидеть «закулисы» производственной площадки в Ногинске.

Оливер Гермес, председатель правления и генеральный директор группы WILO, не смог присутствовать на мероприятии лично ввиду ситуации с коронавирусом и обратился с поздравлением в формате видео.



Г-н Гермес поблагодарил всех сотрудников компании за работу и подчеркнул, что без их вклада компания WILO не достигла бы таких впечатляющих показателей в России. Он упомянул, что во время пандемии ООО «Вило Рус» стала одной из немногих иностранных компаний, получивших статус системообразующего предприятия, и начала ограниченную деятельность с целью бесперебойного обеспечения и поддержания работы объектов с непрерывным производственным циклом и организаций, выполняющих неотложные работы в условиях чрезвычайных ситуаций.



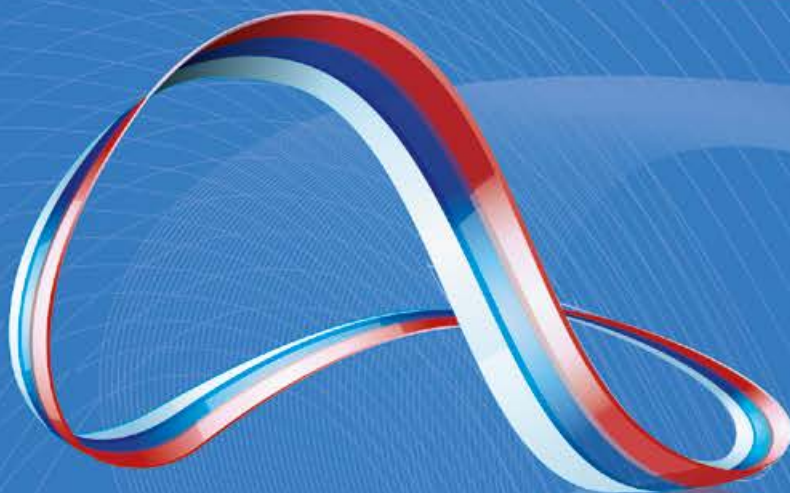
17-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

КЛИМАТА

СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ,
ОТОПЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ И КОММЕРЧЕСКИЙ ХОЛОД



ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ
СОБЫТИЕ 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

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

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



www.climatexpo.ru

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



РЕКОМЕНДУЕТ





Возобновляемая и малая энергетика — 2021

21–22 октября 2021 года в очно-заочном (онлайн) формате при информационной поддержке журнала СОК состоится XVIII Международная научно-практическая конференция «Возобновляемая и малая энергетика — 2021. Энергосбережение. Автономные системы энергоснабжения стационарных и подвижных объектов». Тематика конференции — возобновляемые источники энергии (ВИЭ), малая распределённая и автономная энергетика России: достижения, исследования, опыт внедрения и эксплуатации.

Конференция «Возобновляемая и малая энергетика — 2021» организуется Комитетом по проблемам использования возобновляемых источников энергии Российского Союза научных и инженерных общественных объединений (Комитет ВИЭ РосСНИО) совместно с Институтом гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии (ИГВИЭ) НИУ «МЭИ» и кафедрой «Электротехнические комплексы автономных объектов и электрического транспорта» (ЭКАО и ЭТ) НИУ «МЭИ», а также НИЦ «Виндэк».

Соучредителями конференции выступают секция «Энергетика» Российской инженерной академии (РИА) и Национальный исследовательский комитет Сб «Активные системы распределения электроэнергии и распределённые энергоресурсы» Российского национального комитета Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения (НИК Сб РНК SIGRÉ).



В конференции принимают участие ведущие российские и зарубежные учёные, ведущие специалисты, аспиранты и студенты вузов по профильным специальностям конференции.

На прошлогодней конференции, также проходившей в онлайн-формате, было заслушано 59 докладов учёных и специалистов по актуальным проблемам разработки, применения и рационального использования возобновляемых источников энергии. В числе выступавших были академик Российской академии наук (РАН) Стребков Д. С., член-корреспондент РАН

Цугленок Н. В., два академика РИА, один академик Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ), 13 докторов технических наук, один доктор химических наук, 13 кандидатов технических наук, 17 аспирантов и девять студентов из вузов Калининграда, Санкт-Петербурга, Москвы, Краснодара, Астрахани, Красноярска, Екатеринбург, Челябинска, а также один слушатель из Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева (ВА МТО).



В конференции приняли участие доктора технических наук из Англии, Германии, Чехии, Узбекистана, управляющий директор и представитель Филиппин в Российской Федерации, а также аспиранты из Индии, Ганы, Ирана.





Разделы конференции

Солнечная энергетика:

- фотоэлектрические (фотовольтаические) преобразователи;
- солнечные электростанции и их оборудование;
- солнечные коллекторы, системы отопления и горячего водоснабжения на их основе;
- особенности проектирования, монтажа и эксплуатации фотоэлектрических (фотовольтаических) и солнечных тепловых станций.

Энергия малых водотоков:

- малые и микро-ГЭС различных типов и мощностей;
- агрегаты и оборудование для малых и микро-ГЭС;
- особенности проектирования, монтажа и эксплуатации.

Энергия ветра:

- автономные, сетевые и комбинированные ветроустановки;
- оборудование ветростанций;
- особенности проектирования, монтажа и эксплуатации.

Геотермальная энергетика и тепловые насосы:

- геотермальные электро- и тепловые станции;
- тепловые насосы и теплонасосные установки.

Энергия мирового океана:

- приливные электростанции;
- установки для преобразования энергии волн, течений и т.п.;
- станции, использующие энергию разности температур различных слоёв воды.

Энергия биомассы:

- установки по производству биотоплива и экологически безопасных органических удобрений;
- биогазовые и биоэнергетические модули и установки.

Стационарные и подвижные энергоустановки и оборудование, в том числе воздушного и наземного транспорта:

- дизельные, газотурбинные, газопоршневые и газогенераторные, паропоршневые энергоустановки;
- энергоустановки на местных видах топлива (торф, уголь, сланцы, газ);
- комбинированные энергоустановки;
- энергоустановки на новых принципах получения энергии;
- электрические генераторы;
- системы управления и регулирования.

Водородная энергетика:

- получение водорода и его хранение;
- топливные элементы;
- водородные двигатели.

А также:

- распределённая энергетика;
- энергоснабжение автономных поселков на основе ВИЭ;
- различные накопители электрической, механической тепловой энергии;
- управление распределёнными энергосистемами. ●



Участие в конференции — бесплатное.

Проезд, проживание и питание оплачиваются и обеспечиваются участниками самостоятельно.

Статьи участников конференции, принятые и рекомендованные к публикации, по решению программного и организационного комитета будут размещены в журналах СОК, «Новое в российской электроэнергетике», в электронном журнале НИЛ ВИЭ МГУ им. М.В. Ломоносова на бесплатной основе и в журналах с индексом Scopus на платной основе.

Заявки на участие в очно-заочном формате с докладом и доклады принимаются до 20 сентября 2021 года по электронному адресу: renxviii_2021@mail.ru.

Заявки на участие в конференции в очно-заочном формате без доклада (слушателей) принимаются до 18 октября 2021 года по адресу: renxviii_2021@mail.ru.

Информация о XVIII Международной ежегодной конференции «Возобновляемая и малая энергетика» будет размещена на сайтах РосСНИО (rusea.info), НИУ «МЭИ» (mpei.ru), ИГВИЭ НИУ «МЭИ» и кафедры ЭКАО и ЭТ НИУ «МЭИ» (mpei.ru).

За справками обращаться к ответственному секретарю организационного комитета конференции *Грибнову Сергею Владимировичу* по тел. **8 (916) 930-50-17** или **8 (903) 564-62-69**, e-mail: windec@mail.ru, или секретарям: *Игнатъеву Евгению Витальевичу* по тел. **8 (917) 568-48-05** и *Исуповой Наталье Александровне* по тел. **8 (929) 639-98-10**. Общая электронная почта: renxviii_2021@mail.ru.



САНТЕХНИКА
И ВОДОСНАБЖЕНИЕ



TECE: ИННОВАЦИОННО, ТЕХНОЛОГИЧНО, ПРОСТО

В 2021 году компания [TECE](#) усовершенствовала линейку смывных систем: обновлённый модуль [TECEbase](#), модернизированный универсальный бачок [Uni](#) для [TECEprofil](#) и [TECEbox](#). Также в линейку панелей смыва были добавлены новинки — обновлённые [TECEloop](#) и [TECEvelvet](#).



Туалетный модуль [TECEbase](#)

[TECEbase](#) — практичный модуль для стен сухого монтажа, который устанавливается в стену по умолчанию быстро и надёжно. Тем не менее, нет предела совершенству. К прежним достоинствам [TECEbase](#) (прочный резервуар на 10 л, акустическая группа I в соответствии с DIN 4109 «Звукоизоляция в зданиях», выдерживает нагрузку 400 кг, удовлетворяет требованиям европейского стандарта по бачкам DIN EN 14055) добавились обновления, которые ещё больше упростят подключение и ввод в эксплуатацию этого сантехнического оборудования:

1. Заливной клапан F10 с трёхходовым угловым вентилем уже предварительно смонтирован в бачке [TECEbase](#). Промывка системы водоснабжения во время пусконаладочных работ с помощью нового трёхходового углового вентиля повышает эксплуатационную надёжность системы.
2. Бачок [TECEbase](#) поставляется полностью собранным и запечатанным, и его открывают только на завершающем этапе установки.
3. Цельный грязеотражатель панели защищает от брызг препятствует проникно-

ванию грязи, а зажимные направляющие упрощают открывание и закрывание брызгозащитной панели.

4. Быстрая сборка при помощи технологии [easy fit](#) для панелей смыва. С [easy fit](#) панель смыва устанавливается за один приём. Не нужно ничего регулировать или измерять. Ещё одно полезное новшество: направляющие для толкателей и увеличенный кабельный ввод для электроники облегчают монтаж механических и электронных панелей смыва.

5. Оптимизированный держатель канализационного отвода, расположенный на нижней поперечине, облегчает присоединение сливной трубы к модулю. Y-образные фиксаторы в держателе канализационного отвода улучшают фиксацию и предотвращают скручивание смывной трубы.

6. У новой арматуры для соединения бачка с водопроводом определена наружная резьба $\frac{1}{2}$ ", которая совместима с адаптером быстрого соединения. Таким образом, в данном случае полностью отпадает необходимость в герметизации.

7. Также [TECEbase](#) можно модернизировать для унитазов с функцией биде.





Сливной бачок **TECE Uni**

Этот универсальный бачок для любых применений и унитазов отличается прочный резервуар на 10 л, обеспечивающий дополнительный смыв без всякого ожидания. Бачок прошёл испытания на соответствие DIN EN 14055.

Модернизация коснулась в первую очередь системы монтажа бачка. Теперь стало возможным минимально использовать инструмент, уменьшить количество рабочих операций и экономить время на объекте при монтаже.

Это достигается следующим образом:

- **easy fit** обеспечивает быстрый монтаж панелей смыва без инструментов;
- адаптер быстрого соединения с водопроводом исключает затратное по времени уплотнение.

Универсальный бачок **TECE Uni для любых применений и унитазов отличается прочный резервуар на 10 л, обеспечивающий дополнительный смыв**

Так же, как и в случае с **TECEbase**, бачок **TECE Uni** поставляется полностью собранным и запечатанным.

Отметим, что бачки **TECE Uni** сочетаются со всеми панелями смыва **TECE**.

TECEvelvet

В ассортименте компании **TECE** теперь есть абсолютно новые, как по качеству, так и по эксплуатационным свойствам, панели смыва.

Новинку под названием **TECEvelvet** отличает полностью матовая поверхность, на которой не остаётся царапин или следов от пальцев. Также новые панели смыва устойчивы к воздействию чистящих средств. Секрет подобной стойкости — в инновационном материале Fenix NTM, который впервые применяется компанией **TECE** для производства панелей смыва. Дизайн новинки разработал известный европейский дизайнер Константин Грчич (Konstantin Grcic).

TECEloop

Потребители, которые предпочитают более традиционные решения, будут приятно удивлены новыми лицевыми панелями **TECEloop** из бетона, мрамора и дерева, которые позволяют взглянуть на классику по-новому: строгий дизайн сочетается с современным трендом на использование природных материалов в интерьере. Немаловажно, что сливные бачки и панели смыва **TECE** всегда совместимы друг с другом, поэтому монтаж проходит как никогда быстро. ●





Henco: правильные подходы в непро- стые времена

Мы побеседовали с генеральным директором ООО «Хенко Рус» Романом Ломаевым, который в ходе беседы рассказал о рыночных тенденциях, важности комплексного понимания ценности трубной продукции, ценовой и технологической политике компании в нынешние кризисные времена, а также дал своё стратегическое видение развития сегмента.

:: Расскажите об основных тенденциях в области применения тех или иных типов труб в сегменте обустройства внутренних инженерных систем жилых и коммерческих объектов. Как изменились в последнее время предпочтения потребителей? Какие рациональные предпосылки есть в их мнениях, и какие мифы легли в их основу?

Р.Л.: На сегодняшний день у специалистов по монтажу и застройщиков есть большой выбор материалов — от дешёвых и низкокачественных до серьёзных, рассчитанных на эксплуатацию 50 лет и более. Профессионалы при выборе склоняются больше к тому материалу, который безопасен и помогает осуществить быстрый монтаж, и который прослужит конечному покупателю долго, а следовательно, будет говорить о качественной работе специалиста и обеспечит его хорошими рекомендациями. Однако любой здравомыслящий потребитель постарается сэкономить на смете, особенно если не видит разницы между материалами. Монтажник, который не может объяснить эту разницу, вынужден использовать менее качественные материалы, что в результате приводит к неудовлетворённости обеих сторон. Компания Henco ежегодно проводит более 200 семинаров, на кото-

рых в том числе разъясняет, как помочь конечному пользователю сделать правильный и обоснованный выбор.

К основным трендам на рынке можно также отнести оперативность доставки материала и его доступность в любой точке России. Henco предлагает один из самых качественных и востребованных продуктов на рынке — металлополимерные трубы с алюминиевым слоем, которые сшиты уникальным электронно-диффузионным методом, когда происходит сшивка одновременно внешнего и внутреннего слоёв, что делает трубы чрезвычайно долговечными, делает невозможным расслоение, а алюминиевый слой защищает трубу от коррозии. Оперативность доставки и доступность продуктов обеспечивают наши партнёры с большой сетью розничных магазинов, а также официальный интернет-магазин henco.pro.

:: Как отличаются от потребительских установок мнения проектировщиков и монтажников на этот счёт и почему?

Р.Л.: У каждого — разная степень информирования. Конечный покупатель, он же заказчик и владелец дома, не видит, какой материал используют подрядчики, и не понимает, почему один материал стоит дороже, а другой дешевле.



Интервью подготовлено
пресс-службой ООО «Хенко Рус»
и редакцией журнала СОК



:: Роман Ломаев, генеральный директор компании ООО «Хенко Рус»

Р.Л.: Конечно, даже как обычные покупатели мы видим, как постоянно растут цены в магазинах, особенно во время пандемии. Что касается нашей области, сокращение производства углеводородов привело к сокращению производства полиэтилена. А так как спрос остался на прежнем уровне, то цены пришлось увеличить всем производителям труб. Но, если полипропилен подорожал у некоторых производителей в разы, то у [Henco](#) увеличение было незначительным. Мы хотим оставаться доступными по цене для потребителя. При этом мы не изменяем себе и качеству производства, используем только лучшее сырьё для изго-

Если инженеры, специалисты по монтажу и проектировщики смогли бы рассказать покупателю о разнице в материалах, в их химических и физических свойствах, то выбор в пользу действительно стоящих труб был бы очевиден, независимо от стоимости товара. На семинарах мы стараемся не только донести исчерпывающую информацию о продукции [Henco](#), но и продемонстрировать важные преимущества, даём возможность людям увидеть и убедиться в надёжности [Henco](#).

Специалисты, которые посещают обучающие мероприятия [Henco](#), всегда понимают, почему продукция [Henco](#) имеет хорошее соотношение «цена/качество».

:: Насколько значимую роль при выборе трубной продукции для включения в проекты сегодня играет критерий цены? Дайте, пожалуйста, справку о динамике изменения цен на трубную продукцию, а также на ресурсы и материалы для периода «полгода до начала коронакризиса — сегодняшний день».

Р.Л.: Нельзя отрицать тот факт, что в период COVID-кризиса произошло общее удорожание трубной продукции, как и всего спектра строительных материалов. Это было вызвано, в свою очередь, подорожанием практически всех компонентов сырья на 50–80 процентов. Стоимость продукции некоторых производителей, выпускающих трубы в основном из простых полимеров, выросла в разы. При этом удорожание продукции [Henco](#) было не столь существенным — например, самая популярная труба [Henco Standard](#) подорожала всего на 12 процентов.

Многие застройщики называют главным критерием при выборе материала цену, но при этом они хотят иметь максимально высокие характеристики товара, особенно его качество. Мы часто рассказываем нашим партнёрам, почему дешёвый материал не может соответствовать



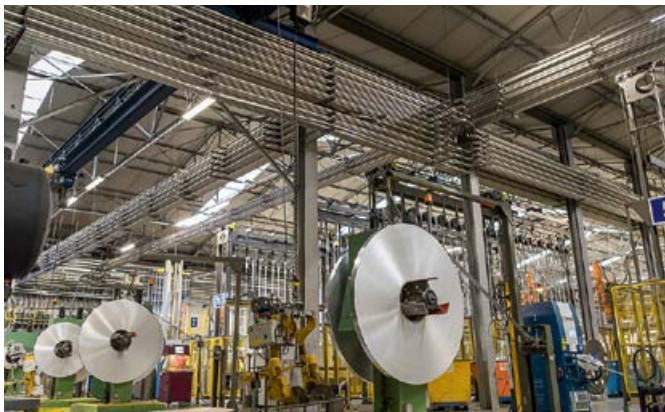
стандартам или превосходить их. Если при разработке и в производстве систем отопления используется дорогой материал, который обеспечит защиту системы при эксплуатации, долговечность и устойчивость, готовая продукция не может стоить дешёво. А для того, чтобы быть уверенным в качестве своих объектов, нельзя ориентироваться на цену продукции. Ведь мы говорим о домах, в которых будут жить люди, или объектах, которые будут решать важные задачи общества, а значит и строить их нужно, используя продукцию проверенных производителей. [Henco](#) на все свои продукты предоставляет гарантию 15 лет, и это самая большая гарантия на рынке.

:: Как изменилась в связи с рыночными и общемировыми процессами ценовая и технологическая политика [Henco](#)? Появились ли компромиссные предложения для потребителей, которые, с одной стороны, позволяют «держать марку», а с другой — делают продукцию компании доступной для более широкого круга потребителей?

товления труб и фитингов и соблюдаем все необходимые высокотехнологичные производственные процессы. Однако мы понимаем желание конечных потребителей и застройщиков оптимизировать расходы. Мы готовы в каждом отдельном случае показать заказчику, что грамотное проектное решение позволяет нивелировать разницу с дешёвыми аналогами или даже сделать наше предложение более привлекательным.

:: Насколько нам известно, в продуктовой линейке [Henco](#) появились новые продукты для индустриального строительства и крупных объектов — трубы больших диаметров. Расскажите, пожалуйста, об этом подробнее.

Р.Л.: Для [Henco](#) важно как малоэтажное строительство, так и отопление и водоснабжение многоэтажных зданий, гостиниц, школ, больниц, поликлиник, офисных и торговых центров и других крупных объектов. Здесь не обойтись без труб больших диаметров. [Henco](#) — единственный бренд, предлагающий продукцию такого высокого качества в этой области.



•• Компания [Henco Industries](#) входит в концерн [Aalberts Industries](#) и является лидирующим производителем труб и фитингов для отопления и водоснабжения в Европе. Два завода [Henco](#) (11 производственных линий) располагаются в Бельгии и выпускают продукцию высочайшего качества

Технология шивки полиэтиленовых труб электронно-диффузионным методом позволяет шивать и наружный, и внутренний слои до 90-го диаметра. В мире нет производителей, помимо [Henco](#), способных «шивать» ПЭ у труб такого размера данным методом. Также уникальна равномерность шивки, достигаемая особой конструкцией ускорителей [Henco](#) и многократным повтором процесса шивки (до 15 раз) под разными углами наклона трубы. Поэтому застройщик может быть абсолютно уверен в надёжности своего объекта с такой продукцией.

[Henco](#) также предлагает фитинги большого диаметра, то есть обеспечивает строителей готовой системой отопления, водоснабжения и кондиционирования помещений. А инновационный продукт [Henco ECOline](#) «труба-в-трубе» позволяет разместить трубу Т4 (циркуляция) для системы горячего водоснабжения внутри трубы Т3 (подача горячей воды) и при этом получить экономию на пространстве, крепеже и теплоизоляции, а также на теплообменнике догрева теплоносителя.

Такое решение давно применяется в Европе, как значительно более энергоэффективное и экономичное.

•• **Что ещё интересного и нового вы сегодня предлагаете клиентам?**

Р.Л.: [Henco Vision](#) — это наш инновационный продукт для быстрого монтажа без использования инструмента. Процесс установки системы водоснабжения сокращается в три раза. Фитинги и коллекторы [Henco Vision](#) сделаны из PVDF-материала, который устойчив к герметикам и монтажным пенам, позволяет укладывать их в стяжку, допускает изгиб в 10 процентов.



Не каждый продукт на рынке может похвастаться такими высокими эксплуатационными характеристиками. Это позволяет нам удовлетворять потребности даже очень требовательных покупателей. Гарантия на систему составляет 15 лет, а срок службы рассчитан на более чем 50 лет, как и другие системы [Henco](#).

•• **В завершение хотелось бы традиционно обратить взгляд в будущее. Расскажите, как профессионал, каким вы видите рынок трубной продукции в ближайшие годы с учётом устоявшихся «генеральных» трендов и вновь возникших в последнее время? Как эта картина соотносится с трансформацией подходов к инженерному обустройству зданий и сооружений в целом? Хотелось бы получить как маркетинговый, так и технологический прогнозы.**

Р.Л.: Мы верим, что все участники рынка будут в будущем уделять больше внимания качеству оказываемых им услуг и выбирать достойный и удобный продукт для работы. А это значит, что мы с вами и каждый житель нашей страны будут жить в лучших условиях и более комфортно. BIM-технологии, наконец, раскроют весь свой потенциал, и заказчик получит возможность выбрать материал и решение исходя не из сиюминутной экономии в смете, а из реального жизненного цикла продукта. «Умные» технологии и продукты займут своё заслуженное место в нашей жизни, делая нас немного счастливее. И [Henco](#) уже давно работает в этом направлении, постоянно совершенствуя свои разработки и предлагая рынку продукты, отвечающие запросам человека будущего. Удобно, быстро, долговечно — бельгийские коллеги готовы на всё, чтобы создать продукт, который понравится и специалисту по монтажу, и инженеру, и проектировщику, и застройщику, и конечному потребителю.

Мы рады всем, кто выбирает [Henco](#)! •



15-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «ВОДА: ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ»



ЭКВАТЭК
ESWATECH

7-9 СЕНТЯБРЯ 2021

МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

ПРЕДСТАВЬТЕ ЛУЧШИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ
НА ВЕДУЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ВЫСТАВКЕ



ЗАБРОНИРУЙТЕ
СТЕНД

WWW.ESWATECH.RU

Организатор:

 Reed Exhibitions

ООО РЕЛКС. РЕКЛАМА

Кто ответственен за надёжность и безопасность трубопроводных систем?

По данным компании «Леруа Мерлен», офлайн-магазины российской сети которой посещают 4800 покупателей в день, а ежедневный онлайн-трафик составляет 600 тыс. посетителей, за день оформляют 50 тыс. онлайн-заказов, при этом 44% составляют РОРО-покупатели (ищут онлайн, покупают офлайн). Такая востребованность среди населения возлагает на крупные сети ответственность за качество и безопасность реализуемой продукции.

Автор: В.С. ТКАЧЕНКО, генеральный директор Ассоциации производителей трубопроводных систем (АПТС)

К сожалению, в сетевых магазинах, как и в других местах торговли строительными материалами, реализуется огромное количество фальсификата, который обладает непредсказуемыми эксплуатационными характеристиками и нерегламентированным сроком службы.

Например, причиной аварий на трубопроводах зачастую является применение фальсифицированной трубной продукции. Её применение в системах отопления и горячего водоснабжения может повлечь за собой самые трагические последствия — от значительных финансовых потерь до причинения серьёзного вреда здоровью людей.

Полимерные трубы и фитинги повсеместно используются в инженерных сетях отопления, водоснабжения и канализации. Их применение в строительстве снижает капитальные затраты, упрощает монтаж, увеличивает срок эксплуатации сетей. В DIY-ритейле представлен широкий ассортимент полимерной трубной продукции для различных условий эксплуатации множества производителей.

Зачастую рядовой покупатель незнаком с рынком этой продукции, и при покупке он действует по принципу «купить подешевле», не запрашивая никакие документы. Отсутствует так называемая «потребительская грамотность». Важно понимать, что цена продукции ниже средней по рынку — это уже признак того, что качество продукции необходимо проверить перед применением.

Ассоциация производителей трубопроводных систем (АПТС) решила узнать, трубную продукцию какого качества продают в DIY-сетях, и осуществила контрольную закупку полимерных труб, произведённых по ГОСТ 18599–2001, ГОСТ 32415–2013 и ГОСТ Р 53630–2015.

В журнале СОК уже рассказывалось [1] о проблемах маркировки напорных полимерных труб, приобретённых в рамках этой контрольной закупки.

DIY (Do It Yourself) — ритейл — считается одним из наиболее популярных рынков реализации строительных товаров среди населения. Широкий ассортимент, низкие цены, комфортные торговые площади с консультантами, возможность онлайн-покупок ежедневно привлекают множество покупателей

Необходимые сопроводительные документы

Напомним, что трубная продукция должна поставляться вместе с сопроводительными документами. Например, комплект документов на трубы по ГОСТ 18599–2001 включает в себя:

- сертификат соответствия;
- паспорт качества;
- свидетельство о государственной регистрации (СГР) для труб питьевого водоснабжения.

Трубы, изготовленные по ГОСТ 18599–2001, должны сопровождаться сертификатом обязательного подтверждения соответствия, а трубы, произведённые по ГОСТ 32415–2013 и ГОСТ Р 53630–2015, могут поставляться с сертификатом добровольного подтверждения соответствия.

При контрольной закупке у консультантов была запрошена сопроводительная документация. Продавцы смогли представить документы только на девять из 47 единиц закупленной продукции, в том числе на фитинги и комплектующие. Результаты их испытаний будут опубликованы позже.

Паспорта качества, подтверждающие качество конкретной партии продукции, не были предоставлены ни на один продукт, и лишь на малую часть закупленных товаров продавцы смогли показать сертификаты соответствия, подтверждающие возможность производителя производить качественную продукцию.



uni-fitt | УВЕРЕННОСТЬ
В ДЕТАЛЯХ

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ
ДЛЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ
И ВОДОСНАБЖЕНИЯ

WWW.UNI-FITT.COM

 MADE
IN ITALY



44 филиала
в 33 городах

www.lunda.ru



 **LUNDA**
инженерные системы

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР **uni-fitt**

Другие решения Uni-fitt для систем отопления и водоснабжения



ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЕ
ВЕНТИЛИ
И ТЕРМОГОЛОВКИ



Сделано в Германии

КЛАПАНЫ
СМЕСИТЕЛЬНЫЕ ТРЕХХОДОВЫЕ
ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЕ



Сделано в Италии



LUNDA - мультисервисный дистрибьютор

- В наличии на складе около 18 000 уникальных наименований
- Отгрузка товара в день заказа
- Бесплатная доставка
- Доступ в интерактивный личный кабинет
- Остатки онлайн
- Гибкая система скидок
- Обучение по монтажу и оборудованию



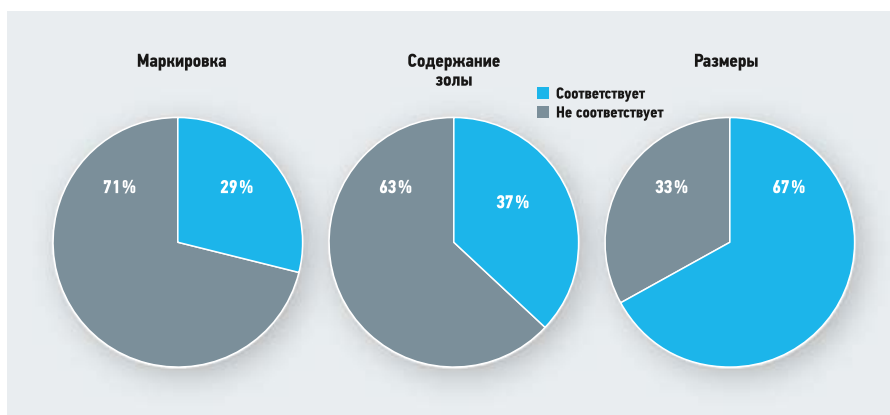


Рис. 1. Общие несоответствия труб по ГОСТ 32415–2013 и 53630–2015

Некоторые из этих сертификатов были недействительны по причине истечения сроков действия.

При этом консультант «Леруа Мерлен» уверил, что по желанию покупателя магазин может запросить у производителя пакет сопроводительных документов. После такой информации сразу возникают вопросы:

1. Осуществляется ли вообще в магазинах, реализующих строительные материалы, входной контроль поставляемой продукции?
2. Проверяет ли кто-то полноту и достоверность сопроводительной документации на продукцию?
3. Заносятся ли в базу учёта продукции ритейлера необходимые документы?

Например, приобретённая для испытаний полиэтиленовая труба напорного водоснабжения (ГОСТ 18599–2001) производства ООО «Политэк Пайп» сопровождалась сертификатом обязательного подтверждения соответствия, выданного органом по сертификации ООО «Бирюза». У АПТС есть существенные основания полагать, что данная организация выдавала фиктивные сертификаты соответствия, без проведения испытаний продукции на соответствие обязательным требованиям в нарушение действующего законодательства РФ. Шестого сентября 2018 года аккредитация органа по сертификации ООО «Бирюза» была прекращена.

* Постановление Правительства РФ от 1 декабря 2009 года №982-ПП «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии» (ред. от 4 июля 2020 года).

Менее чем за полтора года (с 5 декабря 2016 года по 27 апреля 2018 года) этот орган по сертификации выдал 166 сертификатов соответствия на напорные трубы из полиэтилена. На проведение такого количества испытаний потребовалось бы около трёх лет круглосуточной работы при условии испытания только одного образца на каждый сертификат.

Паспорт качества и СГР на продукцию не предоставлены. Такая же труба, но производства компании НПО «Про Аква» (приобретена в сети «Петрович»), реализовывалась без сопроводительной документации. Это запрещено законодательством, поскольку продукция, занесённая в Единый перечень, утверждённый Постановлением Правительства РФ №982*, должна реализовываться только с обязательным сертификатом соответствия.

Результаты испытаний наружных напорных полиэтиленовых труб

Испытания проводились в аккредитованной испытательной лаборатории АО «Завод АНД Газтрубпласт» (RA.RU.21AO97), входящей в Группу «Полипластик», результаты представлены в табл. 1.

Результаты испытаний внутридомовых труб

Чаще в розничный магазин покупатель приходит за трубой для внутридомовых систем. Это те сети, которые разводят по жилому помещению холодную и горячую воду, отопление. На лабораторные испытания были отправлены трубы для систем водоснабжения и отопления из различных полимерных материалов производства: Valfex, Valtec, ООО «Ростурпласт», Auray Managing S.L., ООО «Рехау», «РОСтерм», USMetrrix, UNI-fitt, Aquatechnik Group S.p.A., FV-Plast, ООО «Ростерм Северо-Запад», ООО «Политэк Пайп», ООО «ПК Контур».

Испытания проводились в аккредитованном испытательном центре компании ООО «Климовский трубный завод» (RA.RU.22ХИ89) и в аккредитованной испытательной лаборатории АО «Завод АНД Газтрубпласт» (RA.RU.21AO97). Определение состава материала проводили в Управлении исследования материалов НИИ ООО «Группа Полипластик». Результаты представлены в табл. 2 и 3.

Покажем выявленные несоответствия на рис. 1 и 2.

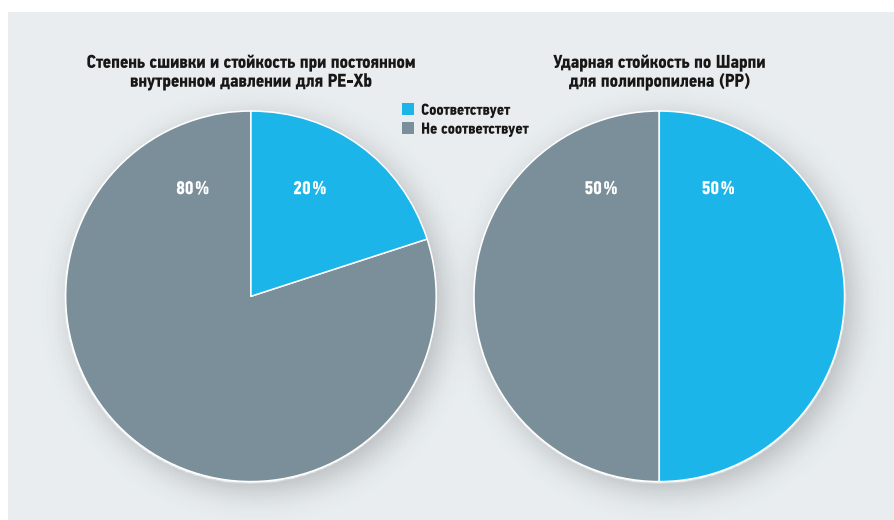


Рис. 2. Несоответствия многослойных труб по ГОСТ 53630–2015

Оценка результатов испытания по требованиям ГОСТ 18599–2011 (с изм. №1, №2)

табл. 1

Наименование продукции	Изготовитель	Внешний вид, маркировка	Массовая доля техн. углерода (сажи)	Относит. удлинение при разрыве	Размеры	Стойкость к внутр. давлению 165 ч	Термостабильность
ПЭ-100 SDR 11 20×2,0 питьевая	НПО «Про Аква»	Соотв.	Не соотв.*	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Не соотв.
ПЭ-100 SDR 11 20×2,0 PN 16 питьевая	ООО «Политэк Пайп»	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Соотв.

* В образце обнаружен минеральный наполнитель.



Интерпретация результатов испытаний

Почему же трубы должны соответствовать всем этим критериям? Как определить фальсификат с помощью визуального осмотра и лабораторных испытаний?

Показатели, на соответствие которым проверялись наружные и внутренние трубы, являются «лакмусовой бумажкой» оценки безопасности и надёжности труб в эксплуатации.

Общие показатели

Несоблюдение производителем геометрических размеров трубы, предписанных соответствующим ГОСТ, ведёт к невозможности качественного и надёжного монтажа трубопровода. Производство трубы с превышением максимально допустимого диаметра может привести к несовместимости труб и фитингов. Выпуск трубы с толщиной стенки ниже значений, предписанных ГОСТ, приводит к возник-

новению напряжений в материале выше нормативных, что, в свою очередь, неминуемо ведёт к досрочному разрушению трубопровода.

Читаемость и наличие маркировки на трубе — неотъемлемый атрибут качественной продукции. Только при её наличии можно с уверенностью идентифици-



ровать производителя продукции, применить продукцию в соответствии с областью применения, то есть режимами эксплуатации, а также исключить вероятность ошибок при монтаже и ремонте трубопровода.

Например, в соответствии с ГОСТ 32415–2013 (п. 4.4.1), на трубе из полипропилена рандом-сополимера PP-R номинальным наружным диаметром 20 мм и номинальной толщиной стенки 3,4 мм должна быть размещена маркировка:

**Труба PP-R SDR 6/S 2,5 – 20×3,4
класс 2/0,8 МПа класс 5/0,6 МПа**

Обратите внимание на текст, выделенный красным цветом. Маркировка трубы по ГОСТ 32415–2013 должна содержать в себе обозначения «класс эксплуатации/ рабочее давление», причём давление определяется в зависимости от класса по ГОСТ 32415–2013 (табл. 5). Если класс эксплуатации не соответствует выбранному давлению, то производитель таким образом вводит покупателя в заблуждение.

То же самое касается и труб, произведённых по ГОСТ 53630–2015.

Внешний вид продукции характеризует культуру производства. Несоблюдение технологического режима при изготовлении — первый показатель продукции низкого качества.

Результаты испытания на стойкость при постоянном внутреннем давлении являются показателем, характеризующим долговечность трубной продукции при условиях эксплуатации. Лабораторные испытания проводятся в режимах, определённых по кривым длительной прочности, гарантирующим срок службы 50 лет. Если труба не выдерживает испытания, это свидетельствует о том, что срок её эксплуатации будет существенно меньше заявленного производителем.

•• Оценка результатов испытаний материалов по требованиям ГОСТ 32415–2013 и СТО 22.21.29-001-96326611–2020

табл. 2

Наименование продукции	Изготовитель	Оценка по требованиям ГОСТ 32415–2013						Оценка по требованиям СТО		
		Внешний вид	Маркировка	Размеры	Стойкость*1	Степень сшивки	Ударная прочность по Шарпи	Содержание золы*2, %	Темп-ра плавления среднего слоя*3, °С	
5. Труба Pe Xa/EVOH SDR 7,4/S 3,2 16×2,2 CLASS 1, 2, 4, 5/10 BAR	Auray Managing S.L.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Не предусмотрено.	Не предусмотрено.	
6. Труба Rautitan Pink 16×2,2 PE XA/EVOH class 1/10, class 2/10,4/10,5/8 bar DIN 4/26 A PE-Xa комо class 5/6 bar	000 «Рехау»	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Не предусмотрено.	Не предусмотрено.	
7. Труба Universalrohr Rautitan Flex 16×2,2 PE XA/EVOH class 1-4/10 bar class 5/8 bar	000 «Рехау»	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Не предусмотрено.	Не предусмотрено.	
19. Труба PPR PN 20 SDR 6/S 2,5–20×3,4 класс 1/1,0 МПа класс 2/0,8 МПа класс XB/1,0 МПа	000 «ПК Контур»	Соотв.	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Соотв.	Соотв.	149	
15. Труба PPR 80 SDR 6–20×3,4 Класс 1, 2, 5 PN 20 bar	000 «Поли-тэк Пайп»	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Соотв.	Не соотв.	145	
17. Труба PP-R 20×3,4 A S 2,5 (PN20) Class 1/10 bar, 2/8 bar, 4/10 bar, 5/6 bar	FV-Plast	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Соотв.	Не провод.	Не провод.	
1. Труба PP-R 80 SDR 11/S5 20×1,9 питьевая класс XB/1,0 (PN 10)	Valfex	Соотв.	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предусмотрено.	Не проводился	Не соотв.	147	

*1 При постоянном внутреннем давлении (95 °С, 22 ч) — режимы по ГОСТ 32415. *2 По ГОСТ 15973–82 при 600 °С. *3 Методом ДСК по ГОСТ Р 56724–2015.



Показатели для наружных напорных полиэтиленовых труб

Термостабильность пластикового трубопровода характеризует наличие стабилизаторов в сырье. Они применяются во время переработки полиэтилена и обеспечивают стабильность прочностных свойств готовой продукции во время эксплуатации. Низкие показатели термостабильности характерны для вторичного сырья или для первичного сырья нетрубных марок полиэтилена.

Содержание в полимерной композиции на основе ПЭ-100 сажи (технического углерода) ниже или выше нормативного предела (2,0–2,5%), а также наличие минерального наполнителя свидетельствует о том, что трубы изготовлены из нетрубных марок полиэтилена, вторичного сырья неизвестного происхождения или из полиэтилена натурального цвета, окрашенного суперконцентратом технического углерода, что недопустимо (п. 5.1 ГОСТ 18599–2001 с изм. №1, №2).

Введение в композицию полиэтилена минерального наполнителя, а также любых других добавок на стадии экструзии запрещено ГОСТ 18599–2001, поскольку это может приводить к существенному снижению прочностных характеристик трубы. Если по результатам этого испытания выявлено несоответствие, то с полной уверенностью можно заявлять, что данная продукция является фальсификатом.

Какой вывод можно сделать по результатам этих испытаний?

Труба ПЭ-100 SDR 11 20×2,0 питьевая производства НПО «Про Аква» и труба ПЭ-100 SDR 11 20×2,0 PN 16 питьевая производства ООО «Политэк Пайп» не соответствуют обязательным требованиям ГОСТ 18599–2001. Их применение в системах наружного напорного водоснабжения недопустимо. Такая продукция обладает непредсказуемыми эксплуатационными характеристиками, неустановленным сроком службы и становится причиной преждевременных аварийных ситуаций на трубопроводах.

:: Оценка результатов испытаний материалов по требованиям ГОСТ 53630–2015 и проекта СТО 22.21.29-001-96326611–2020 табл. 3

Наименование продукции	Изготовитель	Оценка по требованиям ГОСТ 53630–2015 (многослойные трубы)						Оценка по требованиям СТО		
		Внешний вид	Маркировка	Размеры	Стойкость*1	Степень шивы*2	Ударная прочность по Шарпи	Содержание золь*3, %	Темп-ра плавления среднего слоя*4, °C	
8. Труба «Теплый пол» PEX-b/EVOH/PEX-b SDR 9/S 3,5 16×2,0 класс 2/0,8 МПа класс 4/1,0 МПа	«РОСтерм»	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Не предус.	Не предус.	Не предус.	
18. Труба PEX-b/EVOH/PEX-b SDR 7,4/S3,2 16×2,2 класс 2/1,1 МПа класс 5/1,0 МПа	«РОСтерм»	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Не предус.	Не предус.	Не предус.	
9. Труба Multilayer Pipe PE-Xb/AL/PE-HD 16×2,0	USMetrix	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Не соотв.	Не предус.	Не предус.	Не предус.	
11. Труба Pexb-AL 0,3 – Pexb 16×2,0 PN 25	Valtec	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Не соотв.	Не предус.	Не предус.	Не предус.	
10. Труба 16×2 mm PE-Xc/Al 0,4/PE Xb	UNI-fitt	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предус.	Не предус.	Не предус.	
21. Труба PPR-GF PN 25 SDR 6/S 2,5-20×3,4 класс 1/1,0 МПа класс 2/0,8 МПа класс 4/1,0 МПа класс 5/0,6 МПа класс XB/1,0 МПа	ООО «ПК Контур»	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предус.	Не проводил.	Соотв.	149	
12. Труба Equation PPRT/PPRT-GF/PPRT SDR 7,4/S 3,2 25×3,5 класс 2/1,05 МПа класс 5/0,09	Aquatechnik Group S.p.A.	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предус.	Не соотв.	Не проводил.	Не проводил.	
2. Труба PP-Fiber PP-R100/FB/PP-R100 20×2,8 PN 20 SDR 7,4/S 3,2 Class 5/6 bar Class 4,2/10 bar Class 1/13 bar	Valtec	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предус.	Не соотв.	Соотв.	143	
13. Труба Equation PPR/PPR-GF/PPR SDR 6/S 2,5 20×3,4 Класс 2/1,0 МПа, Класс 5/0,8 МПа	ООО «Ростерм Северо-Запад»	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предус.	Соотв.	Не проводил.	Не проводил.	
14. Труба Aqua PPR/PPR-GF-PPR SDR 7,4/S 3,2 20×2,8 Класс 2/0,75 МПа Класс 5/0,6 МПа	«РОСтерм»	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предус.	Соотв.	Не соотв.	148	
4. Труба PP-R/PP-R GF/PP-R SDR 6/S 2,5-40×6,7 (PN25)	«Ростурпласт»	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не предус.	Не соотв.	Не соотв.	151	
3. Труба PP-R 80 PP-R/PP-R GF/PP-R SDR 6/S 2,5 20×3,4 питьевая класс 1/1,0 МПа, класс 2/0,8 МПа, класс 4/1,0 МПа, класс 5/0,8 МПа (PN 25)	Valfex	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предус.	Соотв.	Не соотв.	147	
16. Труба PP-R/AL/PP-R SDR 6/S 2,5 20×3,4 класс 2/0,8 МПа, класс 4/1,0 МПа, класс 5/0,6 МПа (PN 25) питьевая	Valfex	Соотв.	Соотв.	Соотв.	Не соотв.	Не предус.	Не проводил.	Не проводил.	Не проводил.	
20. Труба PPR-AL-PPR PN25 20×3,0 класс 1/1,0 МПа класс 2/1,0 МПа класс 4/1,0 МПа класс 5/1,0 МПа класс XB/1,0 МПа	ООО «ПК Контур»	Соотв.	Не соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не предус.	Не проводил.	Не проводил.	Не проводил.	

*1 При постоянном внутреннем давлении (95 °C, 22 ч) — режимы по ГОСТ 32415. *2 Только для труб PE-X. *3 По ГОСТ 15973–82 при 600 °C. *4 Методом ДСК по ГОСТ Р 56724–2015.

Показатели для внутридомовых труб

Ударная прочность по Шарпи характеризует стойкость труб к растрескиванию при их транспортировке/разгрузке в условиях низких температур (менее 0°C). Несоответствие трубы требованиям ГОСТ по этому показателю сообщает о вероятности образования микротрещин от внешних воздействий. При эксплуатации труб с такими микротрещинами может произойти преждевременное разрушение вследствие постепенного увеличения размера трещин.

Степень сшивки является определяющим параметром для труб из сшитого полиэтилена PE-X. Если значение показателя не достигло требуемых значений, материал не считается сшитым.

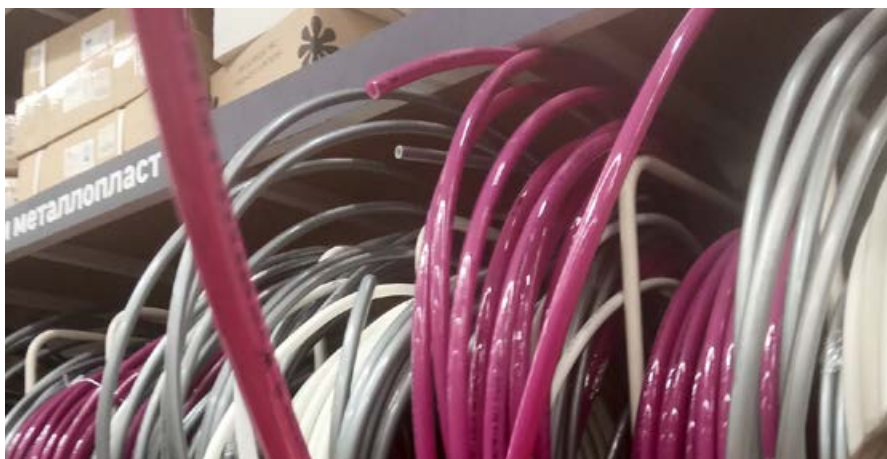
Несшитый полиэтилен имеет максимальную рабочую температуру эксплуатации 40°C. При такой температуре снижаются показатели давления, которое способно выдерживать труба, по сравнению с эксплуатацией при 20°C. Поэтому соблюдение требований ГОСТ по степени сшивки критично при эксплуатации труб PE-X в системах отопления и ГВС. Недостаточная сшивка приведёт к преждевременному выходу трубы из строя.

Определение состава материала внутридомовых труб

Определение состава материала в лабораторных условиях даёт возможность выявить, кто из производителей действительно использует в производстве заявленное сырьё, а кто вводит покупателя в заблуждение или подмешивает более дешёвое сырьё, не предназначенное для этого типа труб. Испытания пока не являются стандартизированными в России, они исследовательские, но позволяют выявить закономерности на сырьё, которые отразятся на качестве продукции.

В качестве базового документа, содержащего требования к многослойным трубам и сырью для их изготовления, организации-члены Ассоциации разработали проект «СТО АПТС для полипропиленовых труб, армированных стекловолокном» (далее — СТО) на основе международных стандартов.

Согласно проекту СТО, конечная массовая доля золы трубы, определённая по ГОСТ 15931–82 при 600°C, должна находиться в пределах от 5 до 7%. Меньшее содержание стекловолокна приведёт к увеличению коэффициента линейного теплового расширения, что может привести к разрушению трубы во время эксплуатации из-за неверно рассчитанных компенсаторов. С другой стороны, слишком высокое содержание стекловолокна приводит к увеличенной хрупкости труб.



Например, в однослойных трубах содержание золы должно быть не более 1%, поскольку чистый полипропилен почти полностью выгорает при 600°C, остаются только неорганические пигменты, предназначенные для окраски трубы.

Также согласно проекту СТО для изготовления среднего слоя допускается использовать только рандом-сополимер пропилена. Применение более дешёвого гомополимера будет приводить к преждевременному выходу трубы из строя, поскольку марки гомополимеров пропилена, производящиеся в России в настоящее время, не подходят для трубного применения по целому ряду параметров.



Определить наличие гомополимера можно по температуре плавления. Рандом-сополимеры плавятся при температуре в диапазоне 140–150°C, а температура плавления гомополимера составляет более 160°C. Таким образом, если температура плавления среднего слоя превышает 150°C, это говорит о примеси гомополимера в его составе.

Таким образом, внутридомовые трубы, которые не прошли испытания на стойкость к внутреннему давлению, совершенно точно приведут к преждевременным авариям, а не прошедшие другие испытания не могут быть использованы по своему назначению, так как тоже могут стать причиной аварий и протечек.

Выводы

Результаты испытаний говорят сами за себя. Увы, покупатель по незнанию легко может приобрести некачественную продукцию в магазине строительных материалов. Не дайте себя обмануть, развивайте потребительскую грамотность. Это касается любого продукта. А при покупке трубной продукции мы рекомендуем следовать этим простым правилам:

- ❑ никогда не приобретайте трубу только по принципу «подешевле»;
- ❑ запрашивайте сопроводительную документацию на продукцию, сохраняйте её у себя вместе с чеком;
- ❑ если при визуальном осмотре возникли сомнения в качестве продукции — проводите лабораторные испытания в аккредитованных лабораториях на соответствие требованиям, заявленным в ГОСТ и паспортах качества [перечень лабораторий есть в реестре на сайте Федеральной службы по аккредитации (Росаккредитация) fsa.gov.ru];
- ❑ требуйте возврата денег за некачественную и небезопасную продукцию.

Помните, что цена подделки труб для отопления и горячего водоснабжения — аварии на ваших трубопроводах и, как следствие, экономический ущерб себе и соседям, причинение травм и увечий.

На сайте АПТС в свободном доступе размещены инструкции по проверке сопроводительной документации. Вы можете самостоятельно провести анализ паспорта качества и сертификата соответствия и обратиться в АПТС за бесплатной интерпретацией.

Итоги испытаний продукции в контрольной закупке и претензии мы обязательно направим производителям труб, поставщикам, в DIY-сети. По результатам обратной связи мы надеемся найти совместное решение по повышению грамотности потребителей и DIY-сетей, а также недопущению производства и реализации некачественной и небезопасной продукции в будущем. ●

1. Козлов О.В. Проблемы маркировки напорных полимерных труб // Журнал СОК, 2020. №7. С. 14–17.



Простой метод определения реальной плотности искусственных фекалий

Совершенствование конструкции унитазов связано с разными задачами, среди которых — оценка качества их смыва. Решение этой задачи весьма проблематично без соответствующего инструментария для тестирования. Без него выявление реальных (а не голословно декларируемых) параметров этого вида сантехники просто невозможно. Именно поэтому в 2016 году была разработана новая и достаточно эффективная методика реальной оценки качества смыва европейских унитазов, и параллельно — созданы искусственные фекалии, выполненные с акцентом на учёт плотности их материала [1].

Несмотря на наличие эффективной методики реальной оценки качества смыва европейских унитазов, из-за отсутствия простого способа определения и обеспечения плотности искусственных фекалий её внедрение до настоящего времени не обеспечивалось. Данная методика наконец разработана полностью и детально излагается в этой статье с численными примерами практической реализации. Материал представляет интерес для сотрудников предприятий, выпускающих унитазы, а также для работников ЖКХ, обслуживающих сантехнические устройства жилых и общественных зданий.

Рассматриваемый способ разрабатывался для определения реальной плотности искусственных фекалий. Однако с его помощью можно сравнительно просто определить и плотность объёмных фигур, имеющих любую геометрию.

Необходимость определения плотности искусственных фекалий возникла в связи с их недавним появлением. Они были разработаны в 2016 году специалистами ООО «ИнкоЭр». Более или менее точное знание плотности искусственных фекалий необходимо для проверки качества смыва и гигиеничности унитазов, поскольку качество смыва содержимого чаши напрямую зависит от его плотности.

Отсутствие такой методики препятствовало предприятиям, изготавливающим унитазы, осуществить реальную оценку качества их смыва.

Методика оценки качества смыва европейских унитазов подразумевает использование искусственных фекалий. Однако сразу возникла проблема определения их плотности

В самом деле, если в чашу «европейского» унитаза положить кусочки пенопласта, то после полного спуска эти кусочки так и останутся в чаше. Если же бросить в чашу европейского унитаза кусочки пластилина, то они частично смоются в канализационную сеть, а часть из них после завершения процесса смыва останется на дне отводной трубы и в канализационную сеть не попадёт. Всё зависит от соотношения плотности каждого кусочка пластилина и его «парусности». В отводной трубе унитаза европейского типа поток воды имеет недостаточную скорость для обеспечения качественного смыва, он не способен гарантированно перемещать любое содержимое чаши унитаза в канализацию.



Автор: Ю.И. ЧУПРАКОВ, к.т.н.



Для испытания европейских унитазов на качество смыва и в Европе, и в России используется большое количество различных искусственных фекалий. Однако самыми эффективными искусственными фекалиями оказались российские, так как они, в отличие от всех известных, основаны на принципе использования их плотности, равной $0,6 \text{ г/см}^3$. Они выполняются в виде шара диаметром 30 мм с твёрдой наружной поверхностью, с центром тяжести, размещённым в центре шара.

Для испытаний унитаза на наличие популярной у потребителя функции «анти-всплеск» (на гигиеничность) используется такой же шар, но плотностью $0,9 \text{ г/см}^3$, что соизмеримо с максимальной плотностью фекалий пожилых людей.

Обязательность использования этих двух типов искусственных фекалий закреплена в ГОСТ 13449–2017 в пунктах 10.3 и 10.6, которые являются частью раздела 10 «Проверка функциональных свойств изделий» данного ГОСТ.

Возможность и некоторые особенности технологии неавтоматизированного изготовления искусственных фекалий отражены в статье [1].

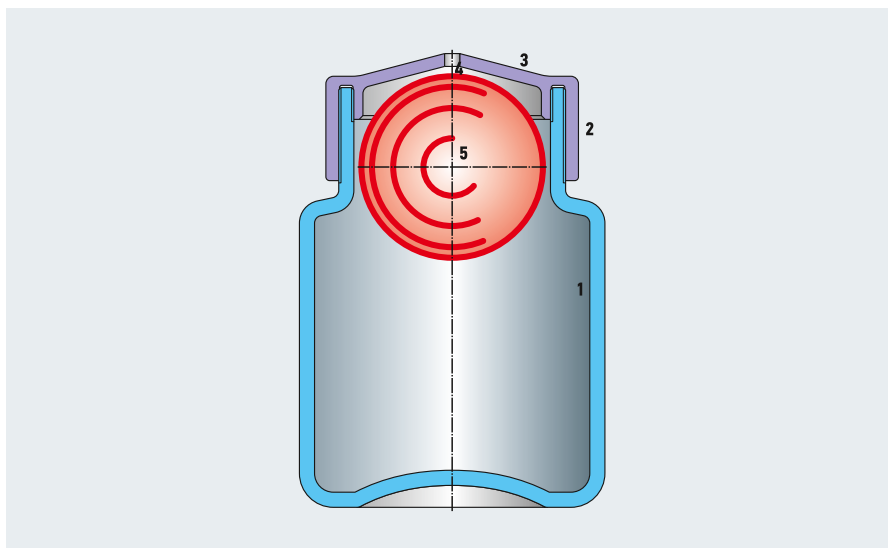
Для работы по экспериментальному определению плотности искусственных фекалий необходимо иметь относительно точные весы, например, электронные, калькулятор, специальный контейнер и медицинский шприц. Специальный контейнер, по сути дела, является пластмассовой тарой с герметично навинчивающейся крышкой для упаковки медицинских таблеток или капсул, только несколько доработанной. Эскиз этого специального контейнера приведён на рис. 1.

Корпус 1 тары не дорабатывается, а дорабатывается только крышка 2. В частности, дно 3 крышки прогибается вверх

с помощью специального деревянного стержня с конусной поверхностью на одном из его концов и термонагрева деформируемой поверхности.

В центре конусного дна крышки выполняется технологическое отверстие 4 диаметром около 2 мм. Конусообразное дно крышки 2 с отверстием 4 нужно для стравливания воздуха из контейнера и донаполнения его водой перед взвешиванием. Шар, обозначенный цифрой 5, — это искусственная фекалия, плотность которой необходимо определить.

Использование двух типов искусственных фекалий закреплена в ГОСТ 13449–2017 в пунктах 10.3 и 10.6, которые являются частью раздела 10 «Проверка функциональных свойств изделий» данного ГОСТ



:: Рис. 1. Контейнер для определения плотности искусственных фекалий [1 — корпус тары; 2 — крышка; 3 — дно крышки (дорабатывается); 4 — отверстие для стравливания воздуха из контейнера и донаполнения его водой перед взвешиванием; 5 — исследуемая искусственная фекалия]

Определение плотности упомянутого шара производится следующим образом. Обычные весы, в отличие от безмена, определяют только вес объекта G , по которому его масса m_f , при необходимости вычисляется в результате деления веса фекалии G_f на значение ускорения свободного падения тела g на Земле. Однако, если значение g составляет $980,7 \text{ см/с}^2$, что незначительно (на 2%) отличается от цифры 1000, а вес объекта исследования измеряется в ньютонах [Н], то деление веса в ньютонах на 1000 см/с^2 даёт цифру массы исследуемого объекта, как и цифру веса. Если ещё учесть, что масса тела может быть как инерционная, так и гравитационная (последняя определяется с помощью весов), то на практике принято считать «килограмм-силу» и «килограмм-массу» синонимами. Кроме того, современные весы имеют градуировку не в ньютонах, а в килограммах или в граммах. Поэтому показания весов при взвешивании объектов исследования принято считать и показаниями массы, но только на Земле (на других планетах это утверждение не соответствует истине).

Далее шаги по определению плотности искусственных фекалий будут обозначены соответствующими цифрами:

1. Замер веса искусственной фекалии производится с помощью точных весов, при этом фиксируется значение G_f .
2. Теперь об определении веса контейнера, заполненного до отказа водой, и установленного на чаше весов рядом с контейнером искусственной фекалии. Для этого откручивается крышка 2, и корпус тары 1 заполняется доверху водой с температурой, равной температуре окружающей среды. Затем на корпус тары 1 навинчивается до упора крышка 2.

В шприц набирается отстоявшаяся до температуры окружающей среды вода, и через отверстие 4 в контейнер 1 из шприца вода подаётся так, чтобы отверстие 4 тоже было заполнено водой. Излишки воды стекут с поверхности конуса 3. После этого с помощью хлопчатобумажной салфетки следует убрать с наружной поверхности следы от воды и поставить контейнер с водой и искусственную фекалию на заранее обнулённые весы. Зафиксировать вес контейнера $G_{\text{ко}}$, заполненного водой, вместе с весом искусственной фекалии, которая при взвешивании кладётся рядом с контейнером, заполненным водой, на платформу (чашу) весов.

3. Определение веса контейнера, заполненного водой и с размещённой в нём искусственной фекалией $G_{\text{кф}}$. Для этого у контейнера после предыдущего замера откручивается крышка, и на поверхность воды в нём укладывается искусственная фекалия. После этого на горловину контейнера снова навинчивается до упора крышка и с помощью шприца в контейнер через отверстие 4 в дне 3 крышки 2 добавляется столько воды, чтобы отверстие 4 было также заполнено жидкостью.

После удаления подтёков воды с наружной поверхности контейнер устанавливается на весы, и значение веса $G_{\text{кф}}$ тщательно фиксируется.

4. Вычисление объёма искусственной фекалии. Для этого сначала вычитается вес контейнера, заполненного только водой $G_{\text{ко}}$ вместе с весом искусственной фекалии (результат п. 2), из веса контейнера, также заполненного водой, но с помещённой в него искусственной фекалией $G_{\text{кф}}$ (результат п. 3).



В результате мы получим значение веса воды, занятой объёмом шара $G_{\text{вф}}$, который через плотность воды ($1,0 \text{ г/см}^3$) переводится в объём воды, вытесненной шаром, который равен $V_{\text{вф}}$.

5. Вычисление плотности искусственной фекалии. Плотность определяется делением массы фекалии $m_{\text{ф}}$, то есть её веса $G_{\text{ф}}$, на её объём $V_{\text{ф}}$.

Для закрепления методики ниже приводятся численные примеры определения плотности $\rho_{\text{ф}}$ двух типов искусственных фекалий. Сначала идут данные, полученные экспериментально, затем — результаты вычисления искомых параметров.

1. Искусственная фекалия для определения качества смыва ($\rho \approx 0,6 \text{ г/см}^3$): $m = 8 \text{ г}$; $G_{\text{ко}} + G_{\text{ф}} = 109 + 8 = 117 \text{ г}$; $G_{\text{кф}} = 104 \text{ г}$; $V_{\text{ф}} = 13 \text{ см}^3$; $\rho_{\text{ф}} = 0,615 \text{ г/см}^3$.

2. Искусственная фекалия для определения у унитаза функции «антивсплеск» ($\rho \approx 0,9 \text{ г/см}^3$): $m = 11 \text{ г}$; $G_{\text{ко}} + G_{\text{ф}} = 110 + 11 = 121 \text{ г}$; $G_{\text{кф}} = 108 \text{ г}$; $V_{\text{ф}} = 13 \text{ см}^3$; $\rho_{\text{ф}} = 0,846 \text{ г/см}^3$.

Как видно из анализа полученных значений, плотность искусственных фекалий несколько отличается от идеальных значений, но эти значения допустимы для оценки качества смыва и проверки на наличие функции «антивсплеск» практически у всех европейских унитазов. При большом желании эти искусственные фекалии можно довести до идеальных значений за счёт соответствующего добавления массы в тело шара или уменьшения массы шара за счёт снятия с его наружной поверхности слоя пластмассы путём опиливания вручную. ●



1. Чупраков Ю.И. Новая методика реальной оценки эффективности смыва компакт-унитазов // Журнал СОК, 2017. №2. С. 38–46.



Реконструкция ветхих трубопроводов путём их разрушения и протаскивания в освободившееся пространство новых труб

Рецензия эксперта на статью получена 11.05.2021 [The expert review on the article received on May 11, 2021].

Введение

Старение инженерной инфраструктуры городов, в частности, трубопроводных систем транспортировки питьевых, природных и сточных вод, приводит к необходимости их оперативной реконструкции и модернизации [1]. Нарушение режима работы трубопроводных сетей за счёт появления различного рода дефектов (свищей, трещин, расхождение стыков, коррозионных обрастаний и т.д.) приводит к негативным последствиям в плане ухудшения качественных характеристик транспортируемых питьевых вод, нарушения гидравлического режима течения сточных вод и ухудшения экологической обстановки за счёт явлений инфильтрации и эксфильтрации [2, 3].

Современная стратегия, а также тактические подходы к вопросам реконструкции и модернизации трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения базируются на широком применении бестраншейных технологий реновации, которые позволяют оперативно решать проблемы неудовлетворительного технического состояния трубопроводов [4].

Настоящая работа посвящена одной из наиболее распространённых технологий бестраншейной реновации, а именно: реконструкции ветхих трубопроводов путём их предварительного разрушения и протаскивания в освободившееся пространство новых труб преимущественно из полимерных материалов [5].

Материалы и методы исследований

При реализации технологии бестраншейной реконструкции трубопроводов внутренними защитными покрытиями в основном используются четыре их вида: напыляемые (напыляемые) оболочки, как минерального, так и органического происхождения; сплошные покрытия в виде длинномерных труб, коротких трубных модулей или полимерных рукавов; спирально-навивочные облицовки, формирующие обсадную трубу внутри восстанавливаемого трубопровода; местные (точечные) покрытия в виде профильных резиновых и других бандажей и т.д., предназначенные для устранения крупных дефектов на ограниченном пространстве участка трубопроводной сети [6].

УДК 628.462+625.768. Научная специальность: 05.23.04.

Реконструкция ветхих трубопроводов путём их разрушения и протаскивания в освободившееся пространство новых труб

В. А. Орлов, д.т.н., профессор; **С. П. Зоткин**, к.т.н., доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Приведены результаты исследований технологии бестраншейной реновации, заключающейся в предварительном разрушении подземных инженерных коммуникаций и протягивании в освободившееся пространство новых трубопроводов. Представлена классификация методов разрушения, сущность и основные параметры реализации отдельных технологий, в частности, на базе использования пневматических, статических и гидравлических устройств. По результатам исследования констатируется, что применение описанных разновидностей бестраншейной технологии предварительного разрушения трубопроводов возможно рассматривать как весомую альтернативу другим методам санации трубопроводов (рукавным покрытиям, напыляемым оболочкам, ленточным облицовкам). Предполагается, что технологии предварительного разрушения, как наиболее совершенные с технической и экономической точек зрения, найдут в нашей стране широкое применение для успешной и эффективной реализации задач по ремонту и реновации ветхих трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения.

Ключевые слова: реконструкция трубопроводов, бестраншейные технологии, разрушение труб, классификация методов, специфика применения.

UDC 628.462+625.768. The number of scientific specialty: 05.23.04.

Reconstruction of dilapidated pipelines by destroying them and dragging new pipes into the vacant space

V. A. Orlov, Doctor of Technical Sciences, Professor; **S. P. Zotkin**, PhD, Associate Professor, Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)

The results of research on the technology of trenchless (no-dig) renovation, which consists in the preliminary destruction of underground utilities and the stretching of new pipelines into the vacant space, are presented. The classification of destruction methods, the essence and main parameters of the implementation of individual technologies, in particular, based on the use of pneumatic, static and hydraulic devices, is presented. According to the results of the study, it is stated that the use of the described varieties of trenchless technology of preliminary destruction of pipelines can be considered as a significant alternative to other methods of pipeline sanitation (sleeve coatings, sprayed shells, tape linings). It is assumed that the technologies of preliminary destruction, as the most advanced from a technical and economic point of view (for the use of machinery, equipment and design solutions), will be widely used in our country for the successful and effective implementation of tasks for the repair and renovation of dilapidated pipelines of water supply and sanitation systems.

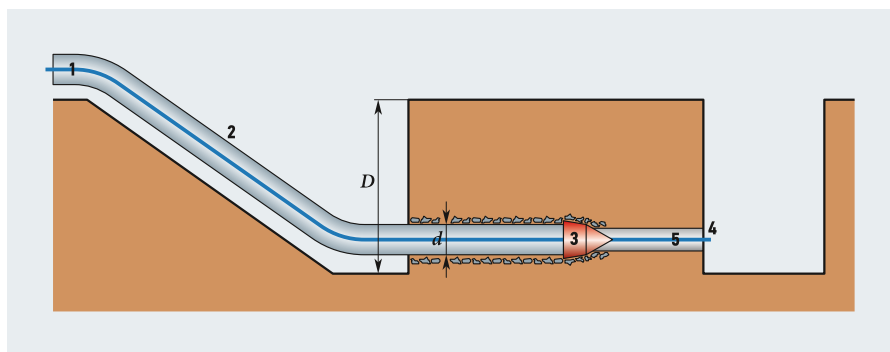
Key words: reconstruction of pipelines, trenchless (no-dig) technologies, destruction of pipes, classification of methods, specifics of application.

Настоящие исследования затрагивают специфические аспекты, связанные с реализацией перспективной технологии разрушения трубопроводов рядом различных модификаций, где базовым материалом послужила нормативно-техническая документация Ассоциации по разрушению трубопроводов (International Pipe Bursting Association, IPBA) [7].

вий, горизонта подземных вод, требуемой степени уплотнения, материала новой трубы, принадлежности существующего трубопровода, его глубины залегания и т.д. Разрушение может быть использовано для замены практически всех типов труб, включая керамические, чугунные, хризотил-цементные, простые бетонные трубы, полимерные — из полиэтилена

высокой плотности [низкого давления] (ПНД) и поливинилхлорида (ПВХ).

Также при определённых конструктивных особенностях разрушающего органа могут быть разрушены (разрезаны) трубы из стали, ковкого и оцинкованного железа. Однако чаще всего используются в качестве протаскиваемых труб трубы из ПНД, ПВХ, ковкого чугуна и керамики. В частности, общеизвестные преимущества полиэтиленовых труб заключаются в длительной стойкости к ухудшению состояния окружающей среды, безотказном монтаже, гибкости и стойкости к воздействию химических веществ. Кроме того, трубы ПНД обладают отличными характеристиками текучести, малыми гидравлическими сопротивлениями по сравнению со стальными, ковкими железными или бетонными трубами. Процесс стыкового сплавления отдельных сегментов полимерных труб вместе в полевых условиях позволяет оперативно производить их непрерывную стыковку.



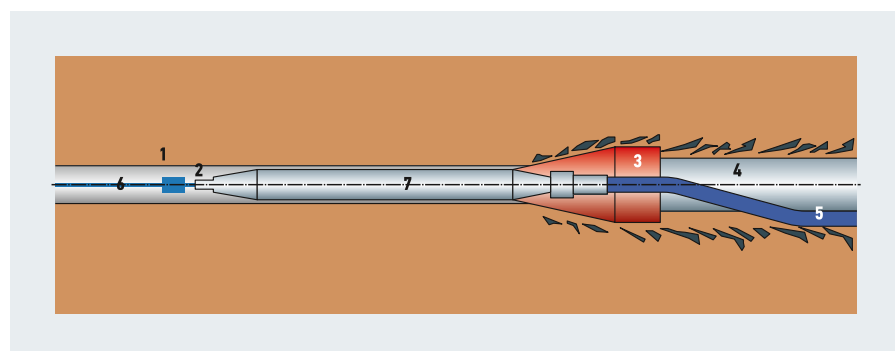
:: Рис. 1. Схема операции по разрушению трубопровода (1 — шланг подачи воздуха под давлением; 2 — новая труба из ПНД; 3 — разрушающая коническая головка; 4 — старый трубопровод; 5 — тяговый трос)

Разрушение трубопроводов перед их реконструкцией можно рассматривать как один из широко распространённых методов замены труб за последние 35 лет в Европе и Соединённых Штатах Америки. При разрушении старой ветхой трубы происходит её замена новой трубой того же или большего диаметра по трассе прокладки. Эта технология экономически эффективна, если существующая труба имеет меньше боковых присоединений и когда требуется дополнительное повышение её пропускной способности.

Результаты исследований

Процесс разрушения старого ветхого трубопровода диаметром d осуществляется специальным конусообразным инструментом (разрушающей головкой) с одновременным протягиванием (толчком или плавно) в освободившееся пространство нового трубопровода (рис. 1). Габариты разрушающей головки подобных установок больше внутреннего диаметра старой трубы, что позволяет не только разрушить трубу, но и сместить обломки старого трубопровода в затрубное пространство, расширить проходное отверстие для размещения новой трубы и уменьшить трение при её протаскивании на место старого трубопровода. При этом глубина залегания D трубопровода не влияет на эффективность работы по их реконструкции.

На практике используются три основных типа разрушения труб: пневматический, механический (статический) и гидравлический [8]. Выбор конкретного способа замены зависит от грунтовых усло-



:: Рис. 2. Процесс разрушения трубопровода пневматической системой (1 — старый трубопровод; 2 — оголовник для крепления троса; 3 — конический расширитель; 4 — новый трубопровод; 5 — шланг подачи воздуха; 6 — трос лебёдки; 7 — пневмомолот)



При разрушении старой трубы происходит её замена новой трубой того же или большего диаметра по трассе прокладки. Эта технология экономически эффективна, если у существующей трубы меньше боковых присоединений и когда требуется дополнительное повышение её пропускной способности

Основным различием между тремя системами разрушения трубопроводов является источник энергии для их реализации [9]. Пневматическая система разрушения трубопроводов является наиболее часто используемой на строительных объектах в виде пневмопробойников. При разрушении с помощью пневматики разрушающая головка представляет собой конусообразный молоток (рис. 2).

Разрушающая головка под действием сжатого воздуха осуществляет от 180 до 580 ударов в минуту. Процесс можно описать по аналогии с забиванием гвоздя в стену: с каждым ударом гвоздь всё больше перемещается внутри стены. Точно так же при каждом ударе головка разрушает трубу и вминает её останки в затрубное пространство. С помощью лебёдки к разрушающей головке прикладывается постоянное натяжение через трос, который протягивается через старую трубу и соединяется с разрушающей головкой.

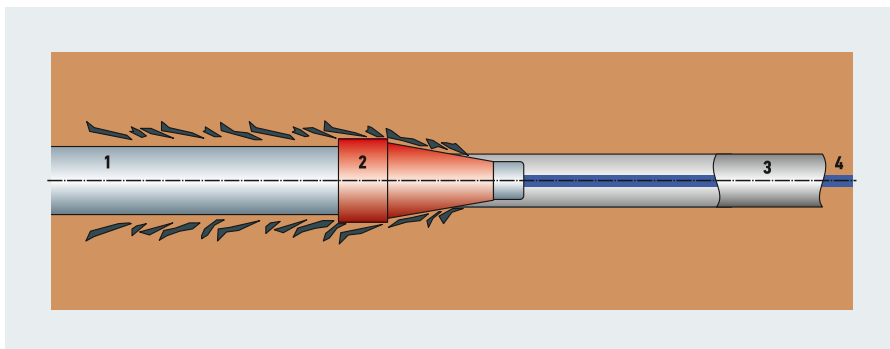


Рис. 3. Процесс разрушения трубопровода с использованием статической тяговой системы (1 — новый трубопровод; 2 — разрушающая коническая головка; 3 — старая труба; 4 — трос к лебёдке)

Метод статической тяги является вторым по распространённости методом разрушения труб. При этом способе усилие прикладывается к разрушающей головке с помощью стержневого узла или троса лебёдки, который вставляется через существующую трубу (рис. 3). Коническая головка переводит горизонтальную тянущую силу в радиальную силу, которая разрушает старую трубу и увеличивает полость, освобождая место для новой трубы. При производстве работ используется лебёдочный трос, что обеспечивает непрерывность процесса замены старого трубопровода на новый.

Гидравлический способ разрушения старых ветхих трубопроводов, в отличие от представленных выше, реализует процесс разрушения путём использования специальной головки в виде четырёх раздвижных лепестков, например, по методу «берстлайнинг» [10], что позволяет осуществлять процесс разрушения более плавно, без рынков и вибрации, а в случае наличия параллельных коммуникаций в подземном пространстве — не нарушать режим их работы.

В отечественной практике на ряде объектов реновации нашли применение установки гидравлического разрушения трубопроводов, производимые компанией Scandinavian No-Dig Centre, одним из мировых лидеров в данной отрасли [11].

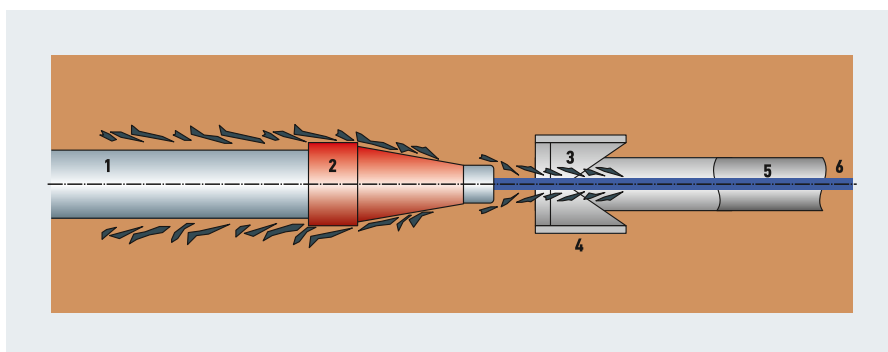


Рис. 4. Модифицированная система дробления старой трубы (1 — новый трубопровод; 2 — коническая головка; 3 — стальные лопасти; 4 — дробильное устройство в цилиндрической обечайке; 5 — подлежащий разрушению старый трубопровод; 6 — трос лебёдки)

В последнее десятилетие стали применяться модифицированные системы с дроблением труб. В этих системах разрушающий инструмент состоит из двух частей: дробящей головки, которая разрушает существующую трубу и выталкивает фрагменты трубы внутрь в полость трубы, и стального конуса, который выталкивает измельчённые фрагменты трубы и грунт наружу, освобождая место для нового трубопровода (рис. 4).

Дробильная головка имеет цилиндрическую форму с диаметром немного больше существующей трубы. Внутри цилиндра находятся стальные лопасти, которые радиально отходят от центра и разрушают старую трубу, когда головка вытаскивается вперёд. Вытягивание осуществля-

ется с помощью стержневого узла, как и в статической тяговой системе.

Для разрушения стальных и ковких чугуновых труб используются резаки (режущие колеса или «сплиттеры»), с помощью которых труба разрезается по одной линии в нижней или верхней части, а также можно осуществить разрез даже на несколько частей с последующим изъятием их из траншеи (рис. 5). Сплиттер протягивается через существующую трубу проволочным тросом. Он состоит из одной или нескольких частей, например, трёх: пары вращающихся режущих дисков, ко-

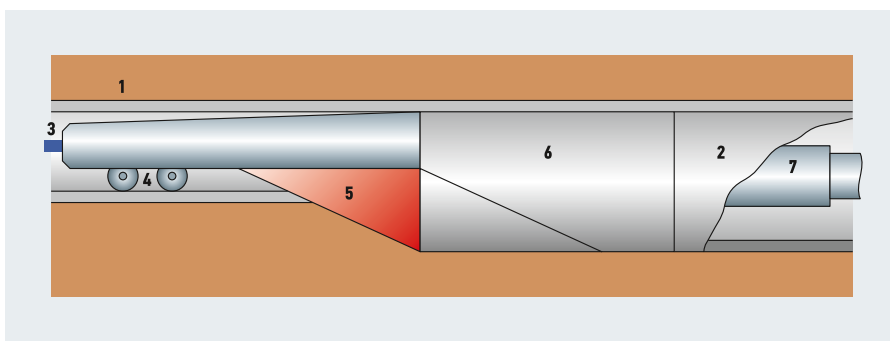


Рис. 5. Система разрезания по технологии ConSplit [1 — пластиковая труба; 2 — новый полимерный трубопровод; 3 — тяговый трос; 4 — разновеликие режущие диски; 5 — стальной нож (резаки); 6 — конический расширитель; 7 — пневмомолот]

которые делают первый разрез, закалённого полотна ножа (резака) и расширителя, коническая форма которого и смещённое центрирование заставляют разделённую трубу расширяться и разворачиваться.

Ещё одним методом, нашедшим широкое распространение для разрушения труб из керамики, хризотил-цемента и других материалов, является метод обратной протяжки, используемый при направленном бурении с адаптацией для замены труб. Его реализация осуществляется с использованием пилотной буровой колонны, которая помещается в существующую трубу. Далее специальный расширительный инструмент крепится к буровой колонне и вытягивается обратно через трубу, одновременно протаскивая новую трубу. Расширитель может иметь режущие зубья, которые измельчают существующую трубу, а не уплотняют осколки (фрагменты) трубы с одновременным транспортом разрушенного материала вместе с буровым раствором (бентонитом) в канализационные люки или приёмные ямы, с последующим извлечением их с помощью вакуумного колёсного транспортного средства или шламового насоса для утилизации.

На практике в качестве альтернативного метода бестраншейного ремонта нашёл применение метод «выброса» или «извлечения» старой трубы.



Выброс осуществляется путём выталкивания старой трубы целиком (без разрушения) из подземного пространства новой трубой, которая при протаскивании выдавливает старую строго по трассе прокладки с помощью усилий, создаваемых домкратной станцией. Таким образом, в результате при извлечении старой трубы заменяющая труба устанавливается на месте старой. Старая труба может быть подвергнута разрушению (если это необходимо) только тогда, когда она полностью выходит из земли на рельеф местности. Этот метод применим только для труб с достаточной высокой остаточной тяговой способностью, чтобы выдерживать толкающие или тянущие силы. Он используется на коротких сменных секциях, чтобы избежать высокого сопротивления трению.

Одной из новых пилотных зарубежных разработок в области разрушения трубопроводов является система Controlled Line and Grade (CLG). Этот метод состоит в замене отдельных участков труб с возможностью исправления провисаний, горбов или перекосов в существующих трубопроводах. Сущность процесса состоит в том, что через существующую трубу по всей её длине вставляется колонна соединённых вместе стальных стержней. После того как стержневая струна точно выровнена в линию и закреплена на рас-

тяжение в стартовой и приёмной камерах, внутрь трубопровода закачивается суспензия лёгкого бетона. Суспензия заполняет в том числе любые открытые пустоты в затрубном пространстве трубопровода. После отверждения строительного раствора (от 4 до 24 ч) разрушающая головка и сменная труба прикрепляются к одному концу стержневой колонны. Затем стержень вытягивается, буксируя за собой новую трубу. Для уменьшения тягового усилия, необходимого для выполнения операции, может быть использована бентонитовая смазка. Это позволяет разрушающей головке не сильно отклоняться от своего пути и не подвергаться провисаниям, перекосам и волнистостям в старом трубопроводе. Отверждённый лёгкий бетон обеспечивает опору и защиту от осколков старой лопнувшей трубы, камней и вредных предметов в затрубном пространстве трубопровода.

При замене труб большего размера (более 300 мм) вместо разрывной головки используется расточной инструмент. Если

На практике в качестве альтернативного метода бестраншейного ремонта нашёл применение метод «выброса» или «извлечения» старой трубы



существующая труба отклонена настолько, что прямая ось, проходящая через трубу, частично лежит вне трубы, используются специальные стержни, оснащённые режущими кромками по всей их длине. Стержень может принимать изогнутую форму, чтобы приспособиться к отклонению линии. Когда стержневая колонна закреплена в натяге, стержни с режущими кромками прижимаются к внутренней стенке трубы. Затем колонна начинает вращаться, заставляя режущие кромки осуществлять прорез в существующей стенке трубопровода и окружающем грунте до тех пор, пока он не выпрямится.

Выводы

1. Проведён анализ существующих технологий бестраншейного ремонта трубопроводов с использованием ряда модификаций метода по предварительному разрушению и протаскиванию в освободившееся подземное пространство новых трубопроводов.
2. Представлена сущность альтернативных технологий бестраншейной реконструкции, реализуемых в последние годы на примере системы Controlled Line and Grade (CLG) и др.
3. Информация по методу разрушения трубопроводов может использоваться проектировщиками, строителями и специалистами для разработки экономических и оперативных решений по реконструкции ветхих трубопроводных сетей из различных материалов бестраншейными методами. ●

1. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Реконструкция трубопроводных систем. — М.: Изд-во АСВ, 2008. 215 с.
2. Rameil M. Handbook of pipe-bursting practice. Vulkan-Verlag, 2007. 351 p.
3. Zwierzchowska A. Technologie bezwykopowej budowy sieci gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych. Kielce. Politechniki Świętokrzyskiej. 2006. 180 p.
4. Шлычков Д.И. Проблемы технического состояния действующих трубопроводных систем // Инновации и инвестиции, 2020. №4. С. 207–209.
5. Юдина А.Ф., Кобелев Е.А. Инновационные технологии бестраншейной прокладки новых и ремонта старых инженерных сетей // Вестник гражданских инженеров, 2017. №3. С. 101–108.
6. Kuliczkowski A., Kuliczowska E., Zwierzchowska A. i in. Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska. Wydawnictwo Seidel-Przywecki. 2010. 735 p.
7. Mohanraj M. Developed pipe bursting specifications using high density poly ethylene (HDPE). Bowling Green State University. 2015. No. 30. 53 p.
8. Рыбаков А.П. Основы бестраншейных технологий. — М.: ПрессБюро №1, 2005. 304 с.
9. Wei G., Xu R., Huang B. Analysis of stability failure for pipeline during long distance pipejacking. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2005. Vol. 24. Issue 8. Pp. 1427–1432.
10. Орлов В.А., Хангаев И.С., Орлов Е.В. Бестраншейные технологии. — М.: Изд-во АСВ, 2016. 223 с.
11. Гумен Е.С. Опыт эксплуатации гидравлических разрушителей на трубопроводах больших диаметров // Журнал РОБТ, 2008. №9. С. 49–50.

References — see page 80.

ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

«BAXI Экспо и Партнёры».

Главное – люди

Проект «BAXI Экспо» приобрёл популярность более семи лет назад в солнечной Италии, где расположен основной завод котельного оборудования [BAXI S.p.A.](#) (город Бассано-дель-Граппа). Изначально это была специализированная выставка исключительно оборудования [BAXI](#), в рамках которой специалисты по монтажу и сервису имели возможность ознакомиться с новыми технологиями и продуктами бренда.

В Российской Федерации создан уникальный проект — [Альянс «BAXI Экспо и Партнёры»](#), аналогов которому нет в Европе. Ключевой идеей нового формата стало создание обширной экосистемы и предоставление комплексного решения для специалистов в области сантехники, отопления и вентиляции. На сегодняшний день в [Альянс](#) входят такие известные бренды, как [REHAU](#), [Grundfos](#), [Danfoss](#), [Siemens](#), [De Dietrich](#), [Thermex](#), [K-FLEX](#), [Kermi](#), [BWT](#), [Flamco](#) и [Schiedel](#). Благодарим партнёров за доверие, развитие проекта, поддержку и активное участие.

Безусловно, проект относится в первую очередь к образовательной сфере развития индустрии, и основные инвестиции направлены на информирование профессиональных инженеринговых сообществ об инновационных продуктах и технологиях производителей.

За время работы [Альянса «BAXI Экспо и Партнёры»](#) состоялось более 40 отраслевых выставок во многих городах России, в рамках которых были представлены инновационные и технологические решения производителей — лидеров европейского оборудования.



Основная задача [Альянса](#): создание надёжной информационной бизнес-платформы для объединения производителей, продавцов, инженеринговых компаний, монтажных организаций и экспертов рынка. Целями являются: развитие передовых технологий в Российской Федерации, популяризация энергоэффективного оборудования, защита окружающей среды и предоставление интегрированных решений в индустрии HVAC.

В период пандемии проект был продолжен в цифровом формате — было проведено более 20 онлайн-конференций на темы: «Принципы подбора оборудования и компонентов для систем отопления и водоснабжения», «Оборудование для малых и больших котельных», «Новинки от производителей», «Специальные акции для монтажников», «Современные энергоэффективные решения для оборудования частного дома».



Автор: Елена МИХАСЕВА, руководитель отдела маркетинга ООО «БДР Термия Рус»



В этом году были успешно проведены выставки в Рязани, Пятигорске, Новосибирске, Казани и Екатеринбурге. Осенью запланировано мероприятие в Санкт-Петербурге.

Несколько слов о формате «[BAXI Expo и Партнёры](#)». Прежде всего, гости приезжают на выставку для того, чтобы узнать о новых трендах индустрии, технологиях и продуктах, получить консультации от экспертов рынка и завести полезные деловые контакты. Если говорить о тенденциях отрасли в сфере отопления, вентиляции и кондиционирования, следует от-

метить, что участники [Альянса](#) активно пропагандируют экологичные решения и «зелёные» технологии, презентуя реализованные проекты в РФ и в разных странах мира, с применением энергосберегающего оборудования и использованием возобновляемых источников энергии.

Особый интерес вызывают рабочие кейсы участников [Альянса](#), которые на наглядных примерах доказывают необходимость использования инновационных решений с точки зрения финансовой экономии и энергосбережения ресурсов в долгосрочной перспективе.

Помимо выступлений участников [Альянса](#) на конференции, большое внимание уделяется коворкингу, установлению деловых контактов с производителями, обмену опытом и компетенциями. Отдельно следует отметить растущий интерес к мастер-классам производителей. Сочетание увлечённости с практической пользой, командной работой и здоровым соревновательным духом — это яркие впечатления, положительные эмоции и памятные подарки для победителей.

Компания «[БДР Термия Рус](#)» является прежде всего идеологическим инициатором проекта, интегратором платформы и связующим звеном в коммуникации с партнёрами [Альянса](#) «[BAXI Expo и Партнёры](#)». К основополагающим ценностям бренда BAXI в России относится социальная ответственность, в рамках которой компания принимает активное участие в образовательных, благотворительных и спонсорских проектах.

За каждым мероприятием стоит большая работа сотрудников компании «[БДР Термия Рус](#)», которая состоит в деловой коммуникации с участниками [Альянса](#), в определении концепции конференции, выборе выставочного пространства, подготовке рабочих экспозиций и информировании рынка на тематических форумах и корпоративных аккаунтах производителей в социальных сетях.





Проект «[BAXI Экспр и Партнёры](#)» имеет информационную поддержку в специализированных изданиях индустрии HVAC. Особую ценность мероприятию, безусловно, приносит участие экспертов рынка HVAC, лидеров мнений, представителей аналитических агентств, государственных структур и бизнеса.

В разных городах были использованы новые цифровые решения: викторины Kahoot, онлайн-анкетирование, VR-стенды, 3D-модели и интерактивные экраны.

Участники [Альянса «BAXI Экспр и Партнёры»](#) презентовали трейд-маркетинговые акции, программы лояльности, конкурсы и новые цифровые сервисы для монтажников.

Безусловно, очень важна возможность получения обратной связи от гостей мероприятия, представителей инженерной отрасли, как в части продукции и сервиса, так и в части формата и регламента мероприятия. С этой целью были использованы маркетинговые инструменты (индекс

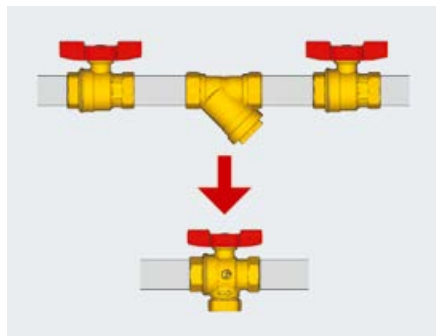
лояльности партнёров и индекс удовлетворённости клиентов). Анализ полученных данных служит отправной точкой для дальнейшей трансформации проекта и выработке правильной стратегии будущих мероприятий на основе пожеланий и предпочтений клиентов и партнёров компании «[БДР Термия РУС](#)», которые ложатся в основу креативных идей.

Выставка «[BAXI Экспр и Партнёры](#)» — это праздник, в который органично вплетены, помимо официальной части, феерические выступления танцевальных и музыкальных артистов, шоу-представления и розыгрыши призов. Памятные подарки для участников дарят эмоции и впечатления, которыми гости мероприятия делятся в социальных медиа. В интернет-пространстве можно увидеть интересные видеоролики и фотоотчёты по итогам проведённых специализированных выставок «[BAXI Экспр и Партнёры](#)». Самое главное в выставке — это люди: специалисты и мастера, влюблённые в своё дело. Положительная энергетика и интересные встречи, яркие выступления и доброжелательная атмосфера — всё это удачно сочетается в мероприятии. Высокий интерес специалистов инженерной отрасли, активное участие в образовательной части проекта и доверие к брендам — пожалуй, и есть основная ценность выставки. ●



Фильтры Giacomini — обзор решений

В производственной программе итальянского производителя [Giacomini S.p.A.](#) имеется большое разнообразие фильтрующей арматуры для применения в котельных, а также в системах водоснабжения. Среди традиционных фильтров есть несколько решений, отличающихся, на наш взгляд, оригинальностью.



❖ Кран-фильтр [R701F](#) имеет минимальные габариты и хорошо подходит для монтажа в ограниченном пространстве, а также может заменить три стандартных элемента арматуры: один фильтр и два шаровых крана



❖ Кран со встроенным фильтром [R701F](#)

Кран со встроенным в затвор фильтром

Новинка [Giacomini](#) — кран-фильтр [R701F](#), который имеет минимальные габариты по сравнению с фильтром и краном, размещённым в линию, и хорошо подходит для монтажа в ограниченном пространстве за счёт того, что фильтрующий элемент расположен непосредственно в затворе крана. Кран-фильтр заменяет один фильтр и один или два шаровых крана, в зависимости от системы, где он применяется. Для очистки фильтрующего элемента достаточно закрыть кран, открутить заглушку, вынуть и промыть сетку. При этом из системы сливается мизерный объём воды или теплоносителя — фактически только то, что содержится внутри запорного элемента (шара) крана.

Шаровые краны с фильтром [R701F](#) имеют полный проход, максимальное рабочее давление 32 бар, максимальную рабочую температуру 110 °С и выпускаются в размерах ½", ¾" и 1". Фильтрующий элемент — из нержавеющей стали с ячейками 500 мкм. В качестве дополнения в кран-фильтр может быть установлен магнитный картридж [P74M](#).



❖ Грязевой фильтр с магнитом [R74M](#)

Грязевые фильтры с магнитами

Компания [Giacomini](#) выпускает косые фильтры грубой очистки в размерах от ½" до 4", из латуни с резьбовым соединением, и до Ду400 — модели с корпусом из чугуна, с фланцевым соединением. Помимо стандартного исполнения, латунные модели выпускаются со встроенным магнитом (серия [R74M](#)) не только для фильтрации твёрдых частиц, но и отделения магнитных примесей. Кроме того, [Giacomini](#) отдельно поставляет магнитные картриджи [P74M](#) для дооборудования стандартных фильтров, в том числе уже установленных в систему.



❖ Компактный фильтр [R146C](#) и принцип его работы

Компактное устройство с тремя способами очистки

В колбовом фильтре-дешламаторе [Giacomini R146C](#) используются сразу три способа очистки теплоносителя — механический (при помощи сетчатого фильтра), магнитный, а также гидравлический — за счёт циклонного эффекта в колбе клапана. Съёмный магнитный картридж и устройство самопромывки позволяет проводить очистку устройства, не отсоединяя его от системы, а запатентованная конструкция обеспечивает постоянный расход теплоносителя через устройство даже при 90%-м заполнении фильтрующего элемента. Устройство имеет компактные размеры и может, например, устанавливаться под настенным котлом без увеличения габаритов места монтажа.

Запатентованная регулируемая конструкция соединения фильтра позволяет установить его на трубопроводе в горизонтальном или вертикальном положении при прямом или угловом подключении к трубопроводу. За счёт латунного корпуса достигается характеристика рабочего давления до 10 атм, а максимальная температура составляет 90 °С. Размеры подключений, в зависимости от модели, ¾" или 1".

Магнитные дешламаторы

Для оборудования котельных большой мощности [Giacomini](#) выпускает колбовые фильтры — магнитные дешламаторы [R146M](#) в размерах от ½" до Ду150. Сетчатый фильтр, находящийся в колбе устройства, улавливает твёрдые частицы.

Металлические магнитные примеси оседают на магнитный стержень, который расположен перпендикулярно потоку в центре колбы.

Для очистки фильтра не требуется демонтировать

какие-либо части — достаточно перекрыть поток, вынуть магнит из картриджа и произвести слив из колбы через кран, находящийся в нижней части колбы. Помимо магнитных дешламаторов, [Giacomini](#) выпускает также магнитный картридж [P146M](#) для дооборудования стандартных колбовых фильтров [R146D](#) в магнитные фильтрующие устройства. ●



❖ Дешламатор [R146M](#) и магнитный картридж



Тепловая инерция и цикличность работы систем поквартирного отопления на основе настенных газовых котлов

Для поддержания постоянных параметров микроклимата отапливаемых помещений необходимо изменять тепловую мощность котла в соответствии с изменением внешних атмосферных условий. Вопрос оптимизации алгоритмов управления автономными системами отопления, оснащёнными настенными газовыми котлами, очень интересует потребителя, поскольку он непосредственно связан со стоимостью израсходованного газа.

Автор: А.Л.ТОРОПОВ, к.т.н., профессор Российской академии естествознания (РАЕ), изобретатель СССР, рационализатор РФ, генеральный директор ООО «Инженерный Центр «Апрель»» (г. Москва)

В общем случае управляемость системы отопления связана с тепловой инерционностью всех элементов, влияющих на формирование микроклимата: ограждающих конструкций, воздушного пространства помещения, отопительного контура и приборов отопления.

Без учёта данных параметров создать эффективную схему управления системой автономного отопления при изменениях внешних атмосферных условий не представляется возможным. Влияние инерционности ограждающих конструкций на управление системой поквартирного отопления рассмотрено в работе [1]. Инерционность контура отопления зависит от конструкционных материалов деталей теплогенератора, труб и запорно-регулирующей арматуры, приборов отопления, объёмов и теплофизических свойств теплоносителя.

Оценочный расчёт объёма теплоносителя, по многочисленным рекомендациям в Интернете, например [2], можно выполнить исходя из расчёта 10 л теплоносителя на 1 кВт мощности котла. Так, объём отопительной системы с котлом мощностью 24 кВт оценивается в 240 л. В реальности данный расчёт может привести

к большим ошибкам. Настенные газовые котлы часто используются в автономных системах поквартирного отопления. Площадь таких квартир составляет в основном 50–70 м². Максимальная мощность настенных котлов в большинстве случаев равна 18–24 кВт. По указанным рекомен-

Без учёта тепловой инерционности всех элементов, влияющих на формирование микроклимата в помещении, создать эффективную схему управления системой автономного отопления при изменениях внешних атмосферных условий невозможно

дациям объём теплоносителя в системе отопления находится в пределах от 200 до 240 л. В действительности квартира в 50–70 м² имеет три-пять отопительных приборов (радиаторов), а длина трубопроводов двухтрубной системы не превышает 25–35 м. Рекомендации по расчёту теплоносителя в системе отопления данного типа [3] определяют объём теплоносителя в такой системе в размере 25–30 л.



Многие консультанты заявляют, что малая инерционность тепловых приборов отопления является положительным фактором, поскольку такие системы быстро нагревают помещение. Однако дело не только в тепловой инерционности приборов отопления, но и в инерционности всего теплового контура и работе теплогенератора.

Настенные газовые котлы конвекционного типа, доля применения которых в России составляет до 98% [4], не способны работать на мощности менее 6–7 кВт·ч. Это обусловлено применением в них атмосферной горелки, которая конструктивно не может работать в режиме менее 40% от максимальной заявленной тепловой мощности [5]. Для обогрева помещения площадью 50–70 м² в многоквартирном доме большую часть времени отопительного сезона требуется не 1 кВт мощности на 10 м² отапливаемого помещения, а 0,2–0,4 кВт, поскольку температура наружного воздуха в этот период, в зависимости от региона, составляет от –5 до +5 °С.

Кроме того, квартиры окружены отапливаемыми помещениями других жильцов и помещениями общего пользования. Суммарная мощность для отопления таких квартир в этот период времени составляет 1,5–2,4 кВт·ч. Поскольку конвекционные газовые настенные котлы не могут работать на мощности менее 6–7 кВт·ч, их использование при поквартирном отоплении всегда связано с избыточной мощностью. В результате газовый котёл работает в режиме «старт-стоп» («тактование»). Для снижения количества включений и выключений настенного котла все производители ввели в его систему управления запаздывание повторного запуска — не менее одной минуты по продолжительности. Следовательно, в режиме работы настенных котлов с избыточной минимальной мощностью возникают паузы, связанные не только с настройкой порогов температуры теплоносителя, но и с алгоритмами работы котлов.

Величина тепловой инерционности отопительного контура зависит от двух составляющих: инерционности теплогенератора, трубопроводов, регулировочной арматуры и теплоносителя; инерционности отопительных приборов автономных систем отопления (радиаторов, конвекторов, тёплого пола).

Для поквартирного отопления время нагрева элементов первой группы составляет не более одной-двух минут. А в полноценных системах автономного теплоснабжения загородного дома площадью 200–300 м² этот показатель составляет уже около десяти минут.

При рассмотрении вопросов управления теплоснабжением квартиры в многоквартирном доме ограждающие конструкции, как правило, имеют большую тепловую инерционность. Суточные колебания температуры атмосферы допускается не учитывать [1]. Теплотери через ограждающие конструкции можно принять стационарными.

Для создания оптимальных алгоритмов управления системой отопления помещения при изменении заданной температуры внутри помещения необходимо оценить влияние инерционности объёма воздуха. Данный параметр применительно к системе отопления зависит от объёмов помещения, типа приборов отопления и их мощности. Если мы рассматриваем отопительные приборы с естественной циркуляцией воздуха (типа радиаторов или конвекторов), то инерционность объёма воздуха в помещении влияет на продолжительность нагрева, которая составляет, в диапазоне гистерезиса настройки воздушных терморегуляторов, около десяти минут.

На правах рекламы

Сильфонные компенсаторы осевые «Альтеза»

Для внутренних инженерных систем зданий и сооружений

- Соответствуют ГОСТ, СП 30.13330.2020 и.24.3, СП 60.13330.2020 и.14.23.
- С внешним, внутренним или комбинированным стабилизатором.
- Полный цикл производства на территории РФ.



Что касается приборов отопления, то показатели инерционности сильно зависят от их материалов и конструкции. В общем виде процессы нагрева и остывания радиаторов отопления представлены на рис. 1. В работе [6] представлены данные по инерционности отопительных приборов, применяемых при поквартирном отоплении.

Постоянные времена отопительных приборов:

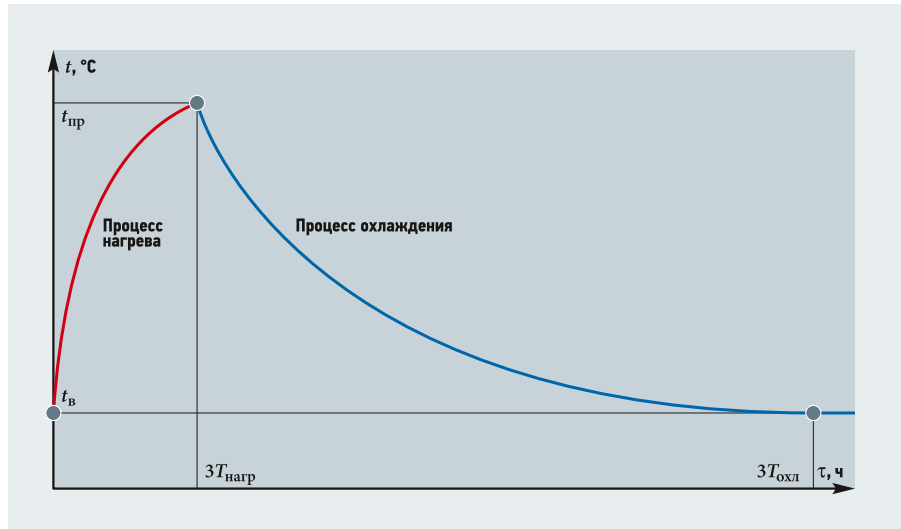
- в режиме нагревания конвектора Atoll (ПКН 310) — $T_{\text{пр.нагр}} = 6$ мин.;
- в режиме нагревания панельного радиатора Profil-Kompakt (FKO 22-03-09) — $T_{\text{пр.нагр}} = 15$ мин.;
- в режиме охлаждения конвектора Atoll (ПКН 310) — $T_{\text{пр.охл}} = 15$ мин.;
- в режиме охлаждения панельного радиатора Profil-Kompakt (FKO 22-03-09) — $T_{\text{пр.охл}} = 38$ мин.

Данные приборы отопления малоинерционны. Алюминиевые и биметаллические радиаторы имеют характеристики инерционности в два-три раза больше, чем у панельных радиаторов. Чугунные радиаторы имеют показатели инерционности ещё выше — в два-четыре раза.

Если в качестве отопительных приборов используется водяной тёплый пол, то инерционность данного низкотемпературного прибора зависит от многих факторов, и в режиме установившегося колебательного процесса с амплитудой регулирования 2–3 °С время нагрева составляет пять-десять часов.

Если мы рассматриваем отопительные приборы с естественной циркуляцией воздуха (типа радиаторов или конвекторов), то инерционность объёма воздуха в помещении влияет на продолжительность нагрева

При работе газового настенного котла малая инерционность некоторых высокотемпературных приборов отопления, с точки зрения скорости нагрева помещения, является преимуществом. Но на длительность нагрева воздуха влияет малая инерционность контура отопления. Система встроенного защитного регулирования работы настенных конвекционных котлов основана на установлении порогов гистерезиса температуры подачи теплоносителя на выходе из котла. Данный диапазон изменения определяется заводскими настройками по отоплению в ± 5 °С и может быть заново установлен на объекте в диапазоне до ± 15 °С.



:: Рис. 1. Процессы нагревания и охлаждения отопительных приборов системы водяного отопления



В данном варианте поквартирного отопления с использованием конвекционных котлов период нагрева 25 л теплоносителя, при максимальной мощности котла и заводских значениях гистерезиса в 5 °С, составляет 45 секунд. При работе котла на минимально возможной мощности (7 кВт) время нагрева составляет две минуты 20 секунд. Указанное время меньше времени нагрева любых приборов отопления в несколько раз (водяной тёплый пол при поквартирном отоплении на рассматривается). Теплоноситель будет нагреваться быстро: даже малоинерционный тепловой прибор не успеет нагреться, и котёл выключится по перегреву теплоносителя. Это значит, что применяемые в рассматриваемой системе отопительные приборы не способны реализовать вырабатываемое настенным котлом тепло, если не изменены заводские установки режимов работы котла.



Чем меньше тепловая инерционность тепловых приборов, тем лучше для скорости нагрева помещения.

Но важно учитывать и инерционность самого контура отопления. Для более устойчивой работы настенного газового котла целесообразно сразу (если котёл используется для поквартирного отопления) предельно снизить максимальную мощность работы котла в режиме «зима». Необходимо выставить верхний порог давления газового клапана на уровне 400 Па. Можно также увеличить порог гистерезиса настройкой выключения температуры до 15 °С и установить температуру отключения отопления 60 °С. Режим работы такой системы отопления с избыточной мощностью теплогенератора всегда регулируется только за счёт количества циклов включения и выключения котла, но это будет происходить в два-три раза реже, чем при заводском уровне настроек.

Настенный конвекционный котёл, применяемый в поквартирном отоплении, используется для отопления помещения и подготовки горячей воды. Для подогрева проточной воды в объёме потребления одной точкой разбора (душ, ванная, кран) требуется мощность более 15 кВт·ч. Именно это является причиной того, что при поквартирном отоплении настенные котлы всегда будут работать с избыточной мощностью. И при отоплении, и при подготовке горячей воды в настенных котлах используется один и тот же основной теплообменник и атмосферная горелка, которые рассчитываются исходя из максимальной нагрузки (подготовка горячей воды).

Выводы

1. Тепловая инерционность гидравлической части контура отопления — важный показатель для правильного подбора системы автоматического управления работой котла. В системах поквартирного отопления данный показатель в несколько раз ниже, чем у любых отопительных приборов, применяемых в настоящее время в строительстве.
2. При поквартирном отоплении с использованием конвекционных газовых котлов основной режим работы отопительной системы — периодическое включение и выключение теплоагрегата. Это обусловлено значительной избыточностью тепловой мощности настенного газового котла в режиме «Отопление» даже при работе на минимальной нагрузке. Однако на практике можно значительно снизить число включений-выключений котла за счёт корректировки его заводских настроек (данные работы по настройке котла должны проводить специалисты).
3. Режим работы настенного газового конвекционного котла при поквартирном отоплении с точки зрения цикличности не соответствует номинальным условиям эксплуатации котла, установленным заводом-изготовителем для гарантийных обязательств. ●

1. Торопов А.Л. Об эффективности «погодозависимой» автоматики для систем автономного теплоснабжения малой мощности // Журнал СОК, 2021. №6. С. 32–35.
2. Мощность и объём жидкости отопительного котла [Электр. текст]. ООО «Аэробойлер». Режим доступа: airboiler.ru. Дата обрац.: 12.03.2021.
3. Объём воды в системе отопления: как посчитать и на что он влияет? [Электр. текст]. Режим доступа: teplovoz.ua. Дата обрац.: 12.03.2021.
4. Торопов А.Л. Настенные газовые котлы автономных систем теплоснабжения. История создания. Основные элементы. Классификация. Ч. 1. Конвекционные настенные газовые котлы: учебное пособие. — М.: Изд-во Академии Естествознания, 2020. 60 с.
5. Торопов А.Л. Исследование работы газовых клапанов конвекционных котлов малой мощности // АВОК, 2020. №3. С. 58–61.
6. Пухал В.А. Исследование инерционности отопительных приборов // Современные проблемы науки и образования, 2014. №5. С. 269.

На правах рекламы.



НОВИНКА

Вся информация Как на ладони

Новая линейка цифровых манометрических коллекторов Testo

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



Экологически чистые технологии E.C.A.

E.C.A. — один из ведущих турецких брендов на международном рынке в области систем отопления и строительства с 65-летним опытом работы в отрасли. E.C.A. объединяет 14 заводов, 21 компанию и более 3500 сотрудников. Разнообразие выбора продукции от систем центрального и индивидуального отопления до арматуры для кухонь и ванных комнат, от клапанных систем до керамической сантехники позволяет компании расширять географию своей деятельности. При этом темпы роста производственной и технологической инфраструктуры не снижаются из года в год.



Компания E.C.A. обеспечивает пользователям надёжное послепродажное обслуживание, регулярное обновление и настройку технической инфраструктуры. Также более чем в 100 странах во всём мире проводится необходимое обучение для независимых сервисных компаний.

В E.C.A. знают, что устойчивость жизни зависит от устойчивости природных ресурсов. С помощью системы обращения с отходами Zero Waste и технологий нового поколения компания производит продукты, которые способствуют экономии энергии и сырья. Этот процесс происходит за счёт минимизации объёмов потребления невозобновляемых природных ресурсов, начиная с процесса проектирования. С заботой о завтрашнем дне и окружающей среде, E.C.A. стремится обеспечить следующим поколениям чистое будущее.

С началом пандемии концепции здоровья и, соответственно, гигиены приобрели особое значение во всём мире. Именно на этом компания E.C.A. и сосредоточила своё внимание.

Технологии, разработанные в лабораториях E.C.A., благодаря специальному покрытию Hygiene Plus, обеспечивают максимальную гигиену без использования химикатов на комплектующих и керамических поверхностях, а также играют важную роль в экономии воды за счёт снижения водопотребления.

На крупнейшей в отрасли выставке ISH Digital 2021, посвящённой защите природных ресурсов и «зелёным» технологиям, были представлены экологически чистые продукты E.C.A.

E.C.A. осуществляет свою деятельность в более чем 100 странах мира — от Европы до Ближнего Востока, от Америки до Дальнего Востока, — и остаётся ведущим брендом на российском рынке благодаря энергоэффективным продуктам, в работе которых используются технологии нового поколения.

Компания E.C.A. создаёт товары, использующие экологически чистые технологии. Например, комбинированные кот-

лы, радиаторы и арматуру. Эти технологии направлены на сбережение тепловой энергии и экономию невозобновляемых природных ресурсов.

E.C.A. Proteus Plus Blue — это название экологически чистого комбинированного котла с технологией изолированной камеры сгорания.



❖ Котёл Proteus Plus Blue

Комбинированный котёл Proteus Plus Blue, созданный на базе высокотехнологичных разработок, а также на основе данных, полученных в ходе исследований E.C.A., обладает самыми передовыми характеристиками в сравнении с «обычными», традиционными комбинированными котлами. Proteus Plus Blue обеспечивает энергоэффективность и экономию топлива благодаря высокому КПД.

Proteus Plus Blue сочетает в себе комфорт и экономию. Котлом можно управлять удалённо с помощью смартфона. Proteus Plus Blue экономит место благодаря своим размерам, а жидкокристаллический экран обеспечивает простоту использования. Ко всему прочему котёл надёжен в эксплуатации благодаря передовым системам безопасности.

E.C.A. продолжает разрабатывать и производить экологически чистые продукты с использованием новейших технологий. В компании понимают, что обеспечение чистоты природы — это наше общее дело. ●

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



**XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ
BOILERS AND BURNERS

Санкт-Петербург

Дата проведения уточняется

X Международный конгресс



**Энергосбережение и
энергоэффективность –
динамика развития**

ОРГАНИЗАТОР: **FareXPO**   

Тел.: +7(812) 777-04-07; 718-35-37 st@farexpo.ru www.farexpo.ru
МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1, павильон G

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:



Анализ энергоэффективности и физического износа системы водяного отопления после десяти лет эксплуатации

Рецензия эксперта на статью получена 09.07.2021 [The expert review on the article received on July 9, 2021].

В последнее десятилетие в России, как и во всём мире, большое внимание уделяется вопросам энергосбережения. Это связано прежде всего с ростом цен на энергетические ресурсы. Например, с 2011 по 2018 годы цена на тепловую энергию в Приморском крае выросла с 2461 до 4764 руб/Гкал или на 93,6% [5]. Одним из основных потребителей энергетических ресурсов являются системы теплоснабжения. В нашей стране на них затрачивается примерно 45% всех энергетических ресурсов, что в 2,3 раза больше, чем на производство электроэнергии [1]. В РФ удельный показатель потребления тепловой энергии на системы теплоснабжения зданий, в расчёте на 1 м² отапливаемой площади, за отопительный период превышает в 2,9–4,3 раза аналогичный показатель стран со схожим климатом, например, Швеции и Финляндии [4].

Высокая стоимость энергоресурсов при достаточно высоком уровне их потребления приводит к необходимости внедрять энергоэффективные технологии.

Начиная с 2009 года, когда был принят Федеральный закон «Об энергосбережении», и по настоящее время правительством России ведётся работа по совершенствованию нормативной базы, целью которой является снижение потребления энергетических ресурсов. Одно из последних изменений — вступление в силу в июле 2021 года нового СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» (СП 60). По мнению его разработчиков, после введения в действие пересмотренного свода правил ожидается повышение эффективности использования энергоресурсов на 5–15% [2].

К наиболее важным мероприятиям в области повышения энергетической эффективности систем отопления можно отнести требование к оснащению нагревательных приборов в жилых и общественных зданиях автоматическими радиаторными терморегуляторами, которое

Высокая стоимость энергоресурсов при достаточно высоком уровне их потребления приводит к необходимости внедрять энергоэффективные технологии

впервые было введено в СП 60.13330.2012. Однако использование терморегуляторов в системах отопления, особенно в двухтрубных, может приводить к разбалансировке системы, а также к возникновению шума в термостатических клапанах [6], поэтому дополнительно необходимо оснащать стояки автоматическими балансировочными клапанами. Это требование также было введено в СП 60.2012 и сохранилось в актуализированной версии.

Стоит обратить внимание на правильный монтаж и эксплуатацию автоматических балансировочных устройств. Как показывает практика, многие проектировщики предусматривают установку регуляторов на стояки, однако не указывают их настройку, что не позволяет настроить работу системы должным образом. Можно произвести отладку системы после монтажа оборудования, при проведении пусконаладочных работ, однако лишь у небольшого количества монтажных организаций есть дорогостоящее оборудование, позволяющее произвести настройку регулирующих клапанов, а процедура настройки системы на расчётный расход не входит в перечень обязательных приёмосдаточных испытаний. Также стоит отметить, что автоматические регуляторы в силу сложной конструкции очень чувствительны к качеству теплоносителя. Производители рекомендуют перед каждым регулятором на стояке устанавливать сетчатый фильтр (что на практике не всегда выполняется), но даже при соблюдении всех требований по монтажу и качеству теплоносителя, а также при проведении мероприятий по сервисному обслуживанию заявленный срок службы

УДК 697.31. Научная специальность: 05.23.03.

Анализ энергетической эффективности и физического износа системы водяного отопления после десяти лет эксплуатации

А. А. Еськин, к.т.н., доцент; Н. С. Ткач, старший преподаватель; Д. Р. Дьяченко, студент, Политехнический институт Дальневосточного федерального университета (ПИ ДВФУ, г. Владивосток)

В работе проанализировано, как за последние десять лет изменялись нормативные требования, направленные на повышение энергетической эффективности систем отопления. Проведено исследование системы отопления общежития гостиничного типа после десяти лет эксплуатации. Показано, что для того, чтобы система была энергоэффективной, нужен не только правильный проект, но и грамотный монтаж, пусконаладка и эксплуатация системы.

Ключевые слова: автоматический балансировочный клапан, термостатический элемент, термостатический клапан, тепловая энергия.

UDC 697.31. Scientific specialty number: 05.23.03.

Analysis of energy efficiency and physical depreciation of the water heating system after ten years of exploitation

A. A. Eskin, PhD, Associate Professor; N. S. Tkach, senior lecturer; D. R. Dyachenko, student, Polytechnic Institute of the Far East Federal University (Vladivostok city)

The paper analyzes how the regulatory requirements aimed at improving the energy efficiency of heating systems have changed over the past ten years. A study of the heating system of a hotel-type dormitory after ten years of operation was conducted. It is shown that in order for the system to be energy efficient, not only the right project is needed, but also competent installation, commissioning and start-up and operation of the system.

Key words: automatic balancing valve, radiator thermostat, thermostatic valve, heat energy.

автоматических балансировочных клапанов составляет десять лет. При этом продолжительность эффективной эксплуатации самих стояков системы отопления составляет более 25 лет при изготовлении стояков из стальных труб и 10–25 лет при применении полимерных трубопроводов.

Ещё одним важным вопросом, напрямую влияющим на энергоэффективность системы отопления, является размер нагревательных приборов. Применение радиаторов с теплоотдачей, превышающей теплопотери помещения в условиях наиболее холодной пятидневки, может приводить к перерасходу тепловой энергии. Общепринятые методы подбора нагревательных приборов предусматривают выбор типоразмера в соответствии с теплопотерями помещения (за вычетом теплопоступлений от греющих трубопроводов подводов и стояков) с небольшим запасом по площади, учитываемым коэффициентом $\beta_1 = 1,03–1,08$.

В СНиП 2.04.05–86 впервые появилось требование «Длина отопительного прибора должна быть, как правило, не менее 75 % длины светового проёма в больницах, детских дошкольных учреждениях, школах, домах для престарелых и инвалидов».

Данное требование должно было способствовать соблюдению температурного режима на наиболее важных социальных объектах. Однако в СНиП 41-01–2003 распространили этот пункт на жилые и общественные здания: «длина отопительного прибора должна быть не менее 50 % — в жилых и общественных зданиях», это требование сохранилось в СП 60 версий 2012 и 2016 года. Таким образом, долгое время содержалось требование, которое во главе ставило не энергоэффективность, а стабильное поступление теплоты в помещение в зимний период.

В СП 60.2020 требования по обязательной длине отопительных приборов для жилых и общественных зданий отменили, оставив, однако, рекомендацию принимать максимально возможную длину отопительных приборов, перекрывающую длину окна в медицинских и образовательных учреждениях.

Также в СП 60.2012 отмечается, что номинальный тепловой поток отопительного прибора допускается принимать более требуемого по расчёту, но не более 15 % для приборов с автоматическими терморегуляторами. В новой версии СП 60.2020 это требование несколько видоизмени-

лось и было уточнено: «Номинальный тепловой поток отопительного прибора с терморегулятором следует принимать на 10–15 % больше требуемого по расчёту для возможности выбора потребителем диапазона комфортной температуры». Следовательно, в настоящий момент тепловая мощность отопительного прибора, обслуживающего жилые помещения, должна быть на 10–15 % выше требуемого значения, а длина отопительного прибора по отношению к длине светового проёма не регламентируется.

Проанализировав сказанное выше, можно сделать вывод, что за последние десятилетия появились и даже успели видоизмениться нормативные требования, направленные на повышение энергетической эффективности систем отопления. Современная система отопления жилого здания должна выглядеть так — радиаторы оснащены автоматическими терморегуляторами, на стояках установлены автоматические балансировочные клапаны, размер нагревательных приборов определяется расчётом исходя из теплопотерь и теплопоступлений, но тепловой поток нагревательного прибора должен быть на 10–15 % выше требуемого значения.



Сильфонные компенсаторы осевые «Альтеза»

Для внутренних инженерных систем зданий и сооружений

- Соответствуют ГОСТ, СП 30.13330.2020 и.24.3, СП 60.13330.2020 и.14.23.
- С внешним, внутренним или комбинированным стабилизатором.
- Полный цикл производства на территории РФ.

+7 (495) 142-48-23
info@altezza-com.ru
www.altezza-com.ru



В данной работе проведено обследование системы отопления жилого здания, проект которого был выполнен после появления Федерального закона от 23 ноября 2009 года №261-ФЗ «Об энергосбережении», с целью оценить энергетическую эффективность принятых проектных решений и выяснить техническое состояние системы отопления конкретного объекта после десяти лет эксплуатации.

Исходные данные

Обследуемый объект — гостиничный корпус 2011 года постройки — расположен в пределах кампуса Дальневосточного федерального университета (ДФУ) на острове Русский. Проектная документация разработана в 2009–2010 годах. Корпус состоит из семи блоков переменной этажности (от трёх до восьми этажей) со стальным каркасом и железобетонными перекрытиями по несъёмной опалубке (фото 1). В корпусе предусмотрены 503 гостиничных номера (в основном двухместных), рассчитанных на размещение 1010 человек. Также в корпусе расположены вспомогательные помещения: административного назначения, столовая, общие кухни для приготовления пищи студентами, тренажёрный зал и др.

Проведено обследование наружных ограждений с замером всех слоёв. Фактические параметры конструкций соответствуют проектным, а значения сопротивлений теплопередаче — не ниже требуемых (табл. 1).

Здание подключено к централизованной системе теплоснабжения по независимой закрытой схеме. Тепловая энергия расходуется системами отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Тепловой пункт оснащён приборами учёта тепловой энергии и системой погодного регулирования. Параметры теплоносителя в системе теплоснабжения — 110/70 °С, в системе отопления — 95/70 °С. Система отопления — вертикальная (101 стояк), двухтрубная, с нижней разводкой. Магистральные трубопроводы выполнены из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704–91 и покрыты теплоизолирующими трубками из вспененного полиэтилена «Энергофлекс».

Значения сопротивления теплопередаче

Наименование ограждения	Нормативное значение $R_{тр}$ согласно СП 50.13330.2012, (м ² ·°С)/Вт	Значение R по проекту (раздел ОВ), (м ² ·°С)/Вт	Значение R по расчёту, (м ² ·°С)/Вт
Наружная стена	2,95	3,04	2,99
Окна	0,65	0,50	–
Чердачное перекрытие	4,407	4,54	4,43
Перекрытие над подвалом	3,88	4,01	4,04

табл. 1



•• Фото 1. Общий вид гостиничного комплекса (западный фасад)

Стояки системы отопления выполнены из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262–75*. На каждом стояке предусмотрена установка автоматических балансировочных клапанов Danfoss.

В качестве отопительных приборов приняты стальные панельные радиаторы Prado (город Ижевск). Каждый радиатор оснащён встроенным клапаном терморегулятора и ручным воздухоотводчиком.

Здание подключено к централизованной системе теплоснабжения по независимой закрытой схеме. Тепловая энергия расходуется системами отопления, вентиляции и ГВС



•• Фото 2. Радиатор Prado Universal в комнате гостиничного номера смонтирован без термостатического элемента

Анализ проектных решений

Проведён расчёт тепловых потерь здания, согласно которому тепловая нагрузка на систему отопления составила 638,34 кВт. При этом тепловая нагрузка, указанная в проекте, равна 1184 кВт, что на 85 % превышает требуемую, а расчётный тепловой поток от всех нагревательных приборов суммарно составляет 1658,8 кВт. Итак, фактическая тепловая мощность установленных радиаторов превышает расчётную на 160%. Завышенная теплоотдача нагревательного прибора отчётливо видна на примере стандартного двухместного номера площадью 25 м². Расчётные тепловые потери номера составляют 429 Вт.

В номере установлен радиатор (Prado Universal тип 22-500, длина 1,1 м), длина радиатора составляет 60 % от длины окна (фото 2). Теплоотдача радиатора при температурном перепаде 95/70 °С (поддерживаемым двухтрубной системой отопления) составляет 1438 Вт. Следовательно, теплоотдача радиатора более чем в три раза превышает теплотери помещения, что может приводить к повышению температуры воздуха в помещении выше комфортного уровня.

Для поддержания постоянной заданной температуры воздуха внутри помещения применяют радиаторные терморегуляторы. Однако в реальном проекте, хотя радиаторы оснащены встроенными термостатическими клапанами, термостатические элементы (головки) не были заложены в спецификацию, и их монтаж проведён не был (фото 2).



❖ Фото 3. Запорно-регулирующие клапаны, покрытые краской

Каждый стояк оснащён автоматическим регулирующим клапаном Danfoss ASV-PV, настройка для них в проекте не указана. При этом какая-нибудь дополнительная запорная арматура на стояках в здании отсутствует, также отсутствуют и сетчатые фильтры, рекомендуемые к установке производителем.

Обследование системы отопления

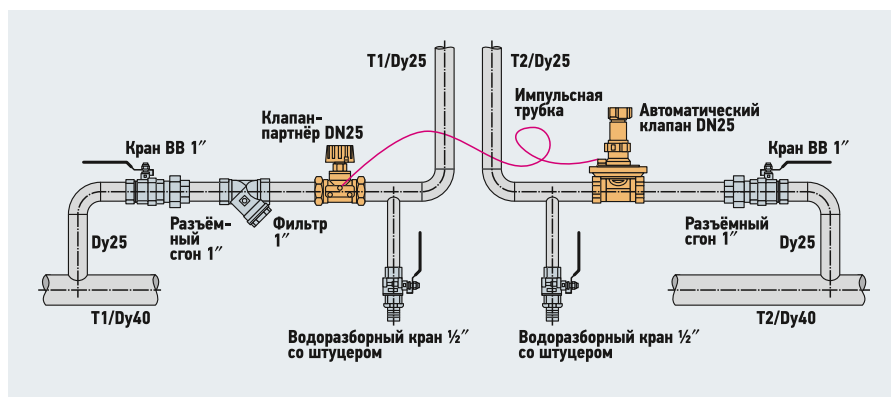
Было проведено визуальное обследование магистральных трубопроводов системы отопления и запорно-регулирующих устройств, расположенных на техническом этаже. Общее состояние трубопроводов, несмотря на единичные поражения отдельных узлов коррозией, можно оценить как работоспособное.

Некоторые клапаны покрыты слоем краски (фото 3), что не позволяет определить их текущую настройку и провести регулировку, а также, вероятнее всего, будет затруднительно перекрыть ими поток теплоносителя. Рабочее состояние таких клапанов оценивается как ограниченно-работоспособное.

На значительном количестве стояков (35% от общего числа) клапаны находятся в неработоспособном состоянии. У клапанов либо обрезаны и обжаты (возможно,

было принято решение заглушить импульсные трубки, а если это решение не помогало, то заменить клапаны. Также циркуляция могла пропасть и в случае выхода клапанов из строя вследствие физического износа или поломки, однако для фактического подтверждения этой версии необходимо проводить замену и детальное исследование каждого клапана, что требует как значительных финансовых затрат, так и специальных знаний по их устройству.

При этом очевидно, что вывод из строя клапана на одном стояке приво-



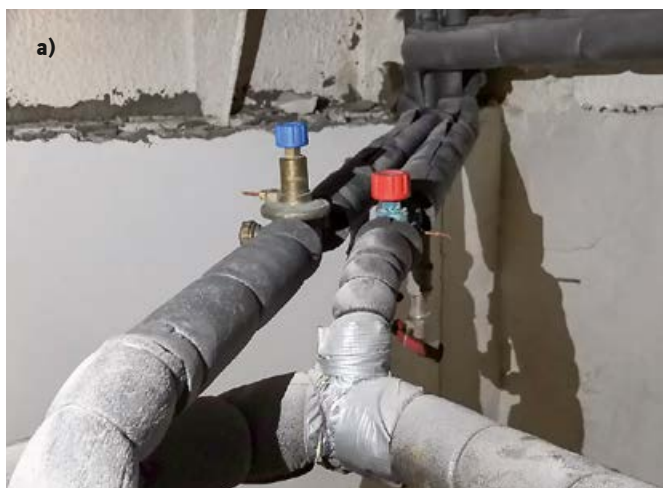
❖ Рис. 1. Рекомендуемый узел присоединения автоматических регулирующих клапанов

запаяны) импульсные трубки (фото 4а), либо сами клапаны заменены на шаровые краны (фото 4б).

По сути, клапаны были выведены из строя эксплуатирующей организацией. По всей видимости, при монтаже клапаны не были настроены на проектные значения расхода, поскольку в проекте настройка для них не указана, а пусконаладка с применением прибора для измерения перепада давления не проводилась. Неправильная настройка клапанов привела к разбалансировке системы отопления, в некоторых стояках пропала циркуляция, и, чтобы хоть как-то её восстано-

вить к разрегулированию остальных стояков, что послужило причиной вывода из строя большого количества клапанов.

Также необходимо отметить следующее: несмотря на то, что балансировочный клапан и клапан-партнёр имеют функцию перекрытия потока, для простоты отключения стояка в случае возникновения аварийной ситуации целесообразно предусматривать установку шаровых кранов. Рекомендуемый узел подключения автоматических балансировочных клапанов, включающий установку сетчатого фильтра (требуемого производителем), представлен на рис. 1.



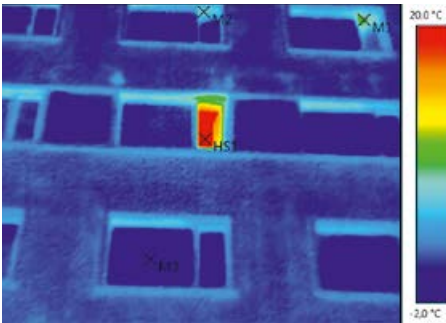
❖ Фото 4. Неработоспособные регулирующие клапаны (а — регулирующий клапан с обрезанной и обжатой импульсной трубкой, б — регулирующий клапан заменён на шаровой кран)

Энергетическая эффективность системы отопления

В результате вывода из строя автоматических балансировочных клапанов на многих стояках наблюдается перерасход теплоносителя, что в комплексе с отсутствием радиаторных терморегуляторов и завышенной мощностью нагревательных приборов приводит к перегреву помещений. Единственная оставшаяся возможность у проживающих студентов снизить температуру воздуха — это открывать окна. Проведено визуальное обследование корпуса в дневное и в вечернее время. Проводился подсчёт открытых



•• Фото 5. Открытые окна в дневное время (при температуре наружного воздуха $t_n = +4^\circ\text{C}$)



•• Фото 6. Открытые окна в вечернее время (температуры в отмеченных на фото точках измерения: в точке M1 — $+8,8^\circ\text{C}$; в точке M2 — $+5,8^\circ\text{C}$; в точке M3 — $+2,1^\circ\text{C}$; в точке HS1 — $+20,6^\circ\text{C}$)

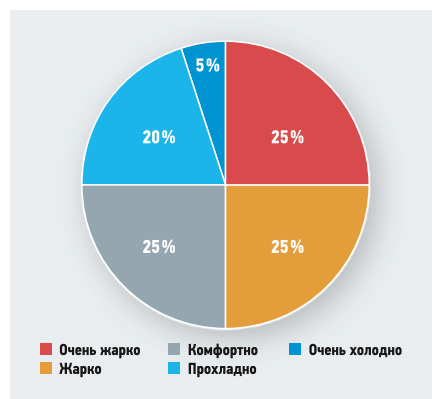
окон, а также тепловизионное обследование корпуса (с применением тепловизора Testo 875-1). Результаты обследования представлены в табл. 2 и на фото 5–6.

По результатам обследования установлено, что в дневное и вечернее время открыто большое количество окон. На фото 5 видно, что в некоторых комнатах с открытыми окнами температура снизилась до значений температуры воздуха на улице (точки M1, M2). По сути, многие студенты, уходя днём из общежития, оставляют окна открытыми на длительный период, а не только кратковременно открывают для проветривания.

Проведён опрос удовлетворённости студентов качеством отопления. В опросе приняли участие 66 человек. Оценка студентами температуры внутри комнаты в зимний период приведена на рис. 2. Только для 25% опрошенных температура в помещении является комфортной. Для 50% уровень комфорта в помещении оценивается как «жарко» и «очень жарко», а 25% считают, что в помещении прохладно или очень холодно.



Также респондентам, ответившим, что температура в помещении выше комфортной, был задан вопрос: «Если у вас в комнате бывает жарко, то что из этого вы делали, чтобы снизить температуру?», где можно было выбрать несколько вариантов ответа. Результаты представлены на рис. 3. Открывали окно 100% опрошенных, 45% накрывает радиатор полотенцем, и только 5% обращались в службу эксплуатации общежития с жалобой.



•• Рис. 2. Оценка температуры внутреннего воздуха в зимний период

•• Количество открытых окон в здании общежития

табл. 2

Дата обследования	Время	Температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$	Количество открытых окон, шт.
18.03.2020	15:30	+4	55
18.03.2020	20:20	+1	24
20.03.2020	20:30	+6	56

Результаты опроса, как и результаты тепловизионного обследования, подтверждают, что система отопления разрегулирована и не обеспечивает оптимальные параметры микроклимата в помещении. При этом студенты не жалуются в службу эксплуатации, а решают проблему перегрева помещения доступными методами — открывают окно или накрывают радиатор одеялом или полотенцами.

В табл. 3 представлены данные по расходу теплоты на системы отопления, вентиляции и ГВС, затраты на тепловую энергию и средняя температура наружного воздуха (за отопительный период) за 2014–2019 годы.

Поскольку в здании теплоту потребляют системы отопления, вентиляции и ГВС, а установлен только общедомовой теплосчётчик на вводе, точную долю распределения теплоты рассчитать невозможно

Среднегодовой расход тепловой энергии за пять лет, несмотря на тенденцию роста температуры наружного воздуха, имеет тренд на увеличение, что свидетельствует о неэффективном использовании тепловой энергии.

Ввиду того, что теплоту в здании потребляют системы отопления, вентиляции и ГВС, а установлен только общедомовой теплосчётчик на вводе, точную долю распределения теплоты рассчитать невозможно. На основании расчётов теплотопотребления каждой из систем и принятых допущений доли распределены следующим образом: отопление — 3455 Гкал, вентиляция — 1705 Гкал, ГВС — 1150 Гкал.

Согласно существующим исследованиям, установка термостатических клапанов снижает потребление тепловой энергии на 20–30% [7]. То есть, дополнив радиаторы

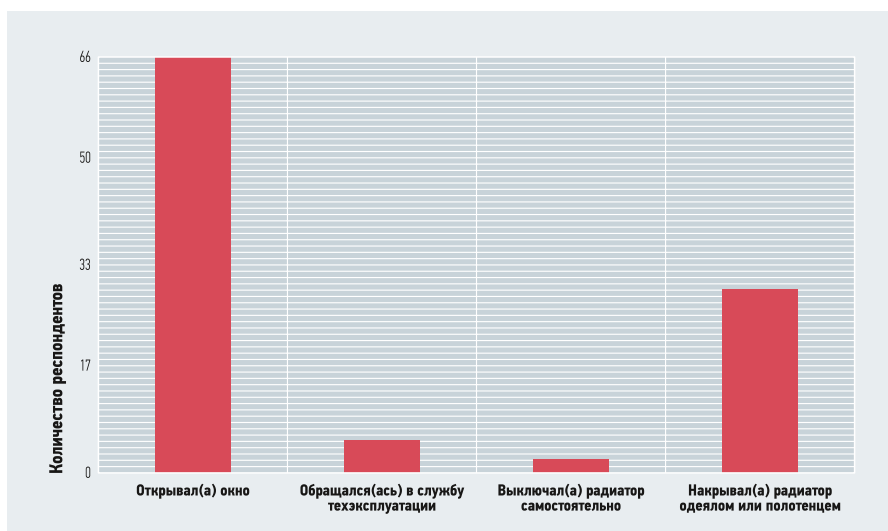


Рис. 3. Диаграмма оценки способов снижения температуры

термостатическими элементами, можно сократить годовой расход теплоты на 25% (на 864 Гкал), что составит экономию 2 942 939 руб. Оценка денежных затрат, необходимых для осуществления мероприятий по установке термостатических головок и автоматических клапанов, представлена в табл. 4.

Таким образом, при установке термостатических элементов и приведении в нормативное состояние узлов подключения стояков необходимо потратить около 3 887 597 руб., а срок окупаемости составит примерно полтора-два года.



Расходы теплоты и затраты на тепловую энергию за 2014–2019 годы табл. 3

Параметр/годы	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Тепловая энергия, Гкал	5517,88	5701,02	6725,76	6357,77	6888,31	6666,95
Тариф, руб.	1719,26	3240,98	3240,95	3711,12	3313,48	3406,18
Стоимость, тыс. руб.	9487	18477	21798	23594	22824	22708
Средняя температура за отопительный период, °С	-2,45	-2,48	-1,69	-2,04	-0,69	-1,35

Стоимость мероприятий* табл. 4

Параметр	Величина
Количество радиаторов, шт.	900
Стоимость термозлементов (+5% на монтаж), руб.	1470 × 900 × 1,05 = 1 389 150 руб.
Затраты на балансировку системы, гидравлический расчёт, замена клапанов	
Danfoss APT, Ду = 15 мм (9610 руб.) Danfoss USV-I, Ду = 15 мм (3869 руб.) Запорный шаровой кран Ду = 15 мм (308 руб.) Итого: 9610 + 3869 + 308 × 2 = 14 095 руб.	103 × 14 095 = 1 451 785 руб.
Danfoss APT, Ду = 20 мм (10 296 руб.) Danfoss USV-I, Ду = 20 мм (4288 руб.) Запорный шаровой кран Ду = 20 мм (467 руб.) Итого: 10 296 + 4288 + 467 × 2 = 15 518 руб.	4 × 15 518 = 62 072 руб.
Danfoss APT, Ду = 25 мм (12 480 руб.) Danfoss USV-I, Ду = 25 мм (5012 руб.) Запорный шаровой кран Ду = 25 мм (816 руб.) Итого: 12 480 + 5012 + 816 × 2 = 19 124 руб.	1 × 19 124 = 19 124 руб.
Затраты на оборудование, с учётом затрат на монтаж и пусконаладку (50% от стоимости оборудования)	1 532 298 × 1,5 = 2 298 447 руб.
Затраты на проектирование	200 000 руб.
Итого: установка термозлементов + замена клапанов и гидравлическая настройка системы	2 298 447 + 1 389 150 + 200 000 = 3 887 597 руб.

* Мероприятий по установке термостатических элементов и автоматических клапанов на стояках.

Основные выводы по работе

1. Даже в зданиях свежей постройки, со сроком эксплуатации десять лет, система отопления может не отвечать требованиям по энергоэффективности за счёт недоработок в проектной документации, отсутствия грамотной пусконаладки и неправильной эксплуатации оборудования.
2. Отсутствие на радиаторах термостатических элементов, при одновременном завышении их мощности, приводит к существенному перерасходу тепловой энергии.

Гидравлическая балансировка системы отопления, включающая установку термостатических клапанов и автоматических балансировочных клапанов, — эффективное мероприятие по повышению энергоэффективности

3. В проектах необходимо указывать не только настройку автоматических балансировочных клапанов, но и расход теплоносителя через стояки. А после монтажа системы в обязательном порядке нужно производить настройку клапанов на проектный расход с применением специальных измерительных приборов.
4. Необходимо следить за техническим состоянием клапанов и производить их своевременную замену по необходимости.
5. Гидравлическая балансировка системы отопления, включающая установку термостатических клапанов и автоматических балансировочных клапанов, является эффективным мероприятием по повышению энергоэффективности системы с небольшим сроком окупаемости. ●

1. Анализ потребления тепловой энергии на отопление многоквартирных домов, как способ повышения энергоэффективности в сфере ЖКХ [Электр. текст]. Аналитический центр при Правительстве РФ. Режим доступа: as.gov.ru. Дата обрац.: 22.05.2021.
2. Желдаков Д.Ю., Стронгин А.С. Актуализация нормативной базы: СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» // АВОК, 2020. №6. С. 4–7.
3. Клапаны балансировочные автоматические Danfoss [Электр. текст]. ООО «Данфосс». Режим доступа: open.danfoss.ru. Дата обрац.: 24.05.2021.
4. Панферов В.И., Анисимова Е.Ю., Панферов С.В. Эффективные энергосберегающие решения при теплоснабжении зданий // Вестник ЮУрГУ. Серия: Строительство и архитектура, 2015. №4. С. 40–48.
5. Тарифы на теплоснабжение [Электр. текст]. МУПВ «ВПЭС». Режим доступа: vpes.ru. Дата обрац.: 26.05.2021.
6. Усиков С.М., Дютин В.В. Оценка необходимости установки автоматических регуляторов перепада давления на двухтрубных стояках системы водяного отопления с точки зрения возникновения шума // Известия КГАСУ, 2019. №2. С. 197–203.
7. Шилкин Н.В. Оценка экономической эффективности оснащения отопительных приборов терморегуляторами // Энергосбережение, 2007. №4. С. 20–25.

References — see page 80.



Особенности вентиляции и систем конди- ционирования в медицинских учреждениях

В современных условиях наиболее актуальным стал вопрос организации дополнительных больниц, поликлиник, дневных стационаров, строительства новых и модернизации существующих. Не менее важной проблемой при организации медицинских учреждений является правильная организация микроклимата и системы вентиляции, которые имеют свои специфические особенности.

Специфические особенности, о которых идёт речь во вступлении к статье, таковы:

- обеспечение санитарной нормы приточного воздуха в помещениях;
- регулирование и поддержка температурных параметров и влажности воздуха;
- обеспечение необходимой чистоты подаваемого воздуха в помещениях;
- организация вытяжки воздуха из помещений и его очистка;
- организация качественного распределения воздуха по помещению.

Объём и подача приточного воздуха

В Российской Федерации к вентиляции в медицинских учреждениях применяются требования, которые регламентируются СП 2.1.3678–20 и государственными стандартами ГОСТ Р 52539–2006, ГОСТ Р ИСО 14644-1–2017. Объём подаваемого в помещение наружного воздуха рассчитывается по кратности воздухообмена, то есть сколько раз воздух в помещении полностью обновляется в течение одного часа. Объём подаваемого наружного воздуха зависит от назначения помещения и его класса по чистоте (насколько тщательно должен быть очищен приточный воздух). Так, например, самый интенсивный воздухообмен в медицинских учреждениях применяется в операционных,

рентгенооперационных и послеоперационных палатах — в местах с повышенным риском инфицирования бактериями и микробами. В этом случае основная задача вентиляции — как можно быстрее удалить воздух с вредоносными микроорганизмами, исходящими от пациента или медицинского персонала, и заменить его на очищенный воздух с требуемыми по нормативам температурными параметрами. Для помещений с меньшими классами чистоты санитарная норма приточного воздуха рассчитывается исходя из количества пациентов в помещении или меньшей кратности воздухообмена, в зависимости от назначения помещения.

Подача приточного воздуха осуществляется с помощью центральных кондиционеров (вентиляционных установок), к которым тоже существует ряд требований. Внутреннее покрытие и теплообменники агрегата должны быть выполнены из материала, стойкого к дезинфицирующим и агрессивным моющим средствам, поверхность внутреннего покрытия — гладкая с минимальным количеством выступов во избежание отложений загрязняющих веществ. Конструкция центрального кондиционера должна обеспечить отсутствие мест скопления и застоя воды внутри установки для предотвращения развития микроорганизмов.





Также необходимо обеспечить свободный доступ ко всем частям конструкции для сервисного обслуживания и дезинфекции, а с помощью смотровых стёкол и освещения должен обеспечиваться визуальный контроль внутреннего состояния оборудования. Вентиляционные установки, от которых требуется бесперебойная работа, полностью дублируются или оснащаются резервным вентилятором, который автоматически запускается в случае выхода из строя основного. Вытяжной воздух забирается из помещения с помощью решёток-воздухораспределителей или специальных модулей забора воздуха.

Регулирование температуры в учреждении

Регулирование и поддержка температурных параметров в помещениях медицинских учреждений обеспечивается как простыми кондиционерами в виде сплит- и VRF-систем (административные корпуса), так и системами холодоснабжения «чиллер-фанкойл». Центральные кондиционеры также имеют в своём составе нагреватели (электрические, водяные) и охладители (водяные, фреоновые). Источником холода для фанкойлов и водяных охладителей служат чиллеры.

Следует учитывать, что при применении незамерзающих жидкостей в системе холодоснабжения запрещается подача в помещения этиленгликоля из-за риска интоксикации человека при вдыхании паров или попадания на кожу в случае разгерметизации гидравлического контура. Необходимо устанавливать промежуточный теплообменник либо применять чиллеры, предназначенные для внутренней установки (с водяным охлаждением конденсатора, с выносным конденсатором). В случае применения компрессорно-конденсаторных блоков для фреоновых охладителей также существует опасность для персонала и пациентов при нарушении герметичности фреоновых магистралей.

Для этого рекомендуется снизить протяжённость магистралей и, соответственно, количество фреона в системе.

Относительная влажность воздуха в помещениях медицинских учреждений регламентируется СП 158.13330.2014.

Регулирование и поддержка температурных параметров в медицинских учреждениях обеспечивается как простыми кондиционерами в виде сплит- и VRF-систем, так и системами «чиллер-фанкойл»

Сухой воздух способствует поглощению влаги из возможных источников внутри помещения, включая слизистые оболочки и открытые участки кожи. Пониженная относительная влажность воздуха негативно влияет на самочувствие пациентов, особенно это касается ожоговых отделений и палат с новорождёнными. Для поддержания относительной влажности воздуха применяются увлажнители, в основном паровые. Их главное отличие от

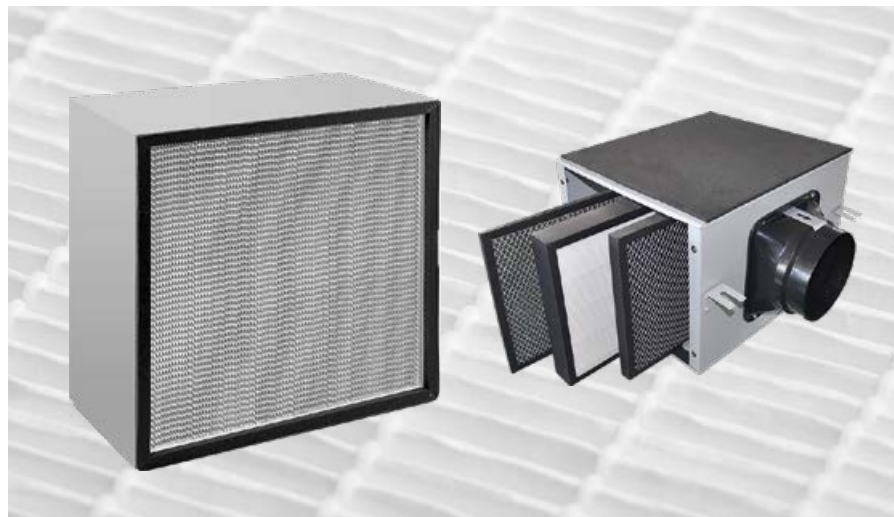
адиабатических увлажнителей, в которых вода разбрызгивается через форсунки или образует плёнку на сотах, состоит в минимальном риске развития микроорганизмов в воде за счёт её постоянного выпаривания. Данный тип увлажнителя может быть как стационарным (отдельно стоящим в помещении), так и встроенным в систему вентиляции или в центральный кондиционер. Основной проблемой паровых увлажнителей является плохое качество воды, с высоким содержанием металлов и солей, которые образуют накипь на нагревательных элементах. Для увеличения срока службы и бесперебойной работы паровых увлажнителей применяется специальная водоподготовка.

Чистота воздуха

Обеспечение необходимой чистоты подаваемого воздуха в помещении является важнейшим фактором организации систем вентиляции и осуществляется с помощью нескольких степеней фильтрации и обеззараживателей.

В нашей стране чистота воздуха в медицинских учреждениях регламентируется государственным стандартом ГОСТ Р 52539–2006, согласно которому воздушные фильтры делятся на четыре группы: грубой очистки (G1–G4), тонкой очистки (F5–F9), фильтры высокой эффективности (H10–H14) и фильтры сверхвысокой эффективности (U15–U17).

Их градация зависит от процента эффективности очистки воздуха и коэффициента проскока частиц. Наиболее высокие требования к фильтрации воздуха предъявляются для операционных, в системе приточной вентиляции которых применяется сразу несколько степеней фильтрации: G4+F7+F9+H14. Фильтры могут быть встроены в центральный кондиционер или в канал воздуховодов.



❖ Высокоэффективные HEPA-фильтры — основной помощник в борьбе с инфекциями

Помимо фильтрации, немаловажным фактором для очистки воздуха от бактерий является обеззараживание воздуха. Обеззараживатели можно как отдельно установить в помещении (рециркуляторы), так и встроить их в систему вентиляции или в центральный кондиционер. Современные обеззараживатели имеют несколько технологий воздействия:

- ультрафиолетовым излучением (повреждение микроорганизмов на клеточном уровне);
- аэрозолями (выпадение частиц на поверхности и образование бактерицидной плёнки);
- озоном и фотокаталитическим воздействием (разрушение клеточных стенок микроорганизмов);
- ксеноновым коротким импульсным воздействием (разрушение нуклеиновых белков микроорганизмов);
- ионным электростатическим воздействием (микроорганизмы притягиваются к пластинам, проходя через ионизационную камеру).

В инфекционных палатах больниц, а также операционных требуется организация не только подачи чистого воздуха, но и отбора воздуха с его последующей очисткой с помощью вентиляционных установок, чтобы предотвратить распространение инфекции воздушным путём по соседним палатам и корпусам.

Для обеспечения безопасности людей в здании и за его пределами воздух, удаляемый из помещений с инфекционными заболеваниями, а также помещений биологических лабораторий, работающих с патогенными микроорганизмами, должен подвергаться фильтрации класса Н13 и полному уничтожению микроорганизмов на фильтрах с помощью обеззараживателей. Вытяжные вентиляционные установки в части конструктивного исполнения, так же, как и приточные



❖ Пример системы обеззараживания воздуха в помещении ультрафиолетовым излучением

установки, должны быть изготовлены из материала, стойкого к дезинфицирующим средствам, иметь смотровые окна, освещение и резервирование вентилятора.

Чистые зоны для помещений с высокими требованиями к качеству очистки воздуха создаются за счёт однонаправленного (ламинарного) потока воздуха, проходящего через фильтры высокой эффективности. Однонаправленный поток воздуха предотвращает движение загрязнений к чистой зоне и препятствует попаданию их в эту зону из окружающей среды. Чистота воздуха в остальных помеще-

ниях обеспечивается не однонаправленным (турбулентным) потоком воздуха, прошедшего необходимую фильтрацию. Однонаправленный поток воздуха обеспечивается с помощью ламинарного потока — комплексного устройства подачи очищенного и обеззараженного потока воздуха, обеспечивающего защиту чистой зоны (например, операционный стол) от загрязнений и микроорганизмов. Таким образом, ламинарный потолок «отсекает» неблагоприятную окружающую среду от чистой зоны очищенным воздушным потоком. Данное устройство располагается над чистой зоной и имеет в своём составе фильтры F7+F9+H14, обеззараживатель и специальные воздухораспределители. Не однонаправленный поток обеспечивается потолочными корпусами для фильтров высокой эффективности с воздухораспределителями, создающими турбулентный поток.

Разделение чистой зоны и других помещений осуществляется по принципу перепада давления и вытесняющего потока воздуха. Перепад давления обеспечивается за счёт увеличенной подачи приточного воздуха и сниженного отбора воздуха вытяжной вентиляцией. Принцип вытесняющего потока представляет из себя схему организации вентиляции, при котором охлаждённый приточный воздух подаётся в нижнюю зону помещения на уровне пола, а вытяжная система удаляет нагретый загрязнённый воздух из верхней зоны помещения. Таким способом в центре помещения создаётся чистая рабочая зона.

Каждая система, оборудование и техническое решение имеют свои преимущества и недостатки, и при проектировании микроклимата в медицинских учреждениях необходимо учитывать все особенности и специфические факторы. ●

Разделение чистой зоны и других помещений осуществляется по принципу перепада давления и вытесняющего потока воздуха. Перепад давления обеспечивается за счёт увеличенной подачи приточного воздуха и сниженного отбора воздуха вытяжной вентиляцией



❖ Обслуживание центрального кондиционера в здании



Исследование тепло- и массо- обменных свойств рекуператоров на примере овощехранилища

Системы холодоснабжения зданий и сооружений остаются одним из основных потребителей электроэнергии. Исследования в области повышения энергоэффективности систем холодоснабжения позволяют снизить антропогенное воздействие на окружающую среду. Вместе с этим применение энергоэффективных систем холодоснабжения приводит к уменьшению коммунальных платежей. В условиях повышения требований к поддержанию заданных параметров микроклимата данное направление исследований является особенно актуальным.

Для снижения энергопотребления в зданиях и сооружениях на работу системы холодоснабжения и кондиционирования необходимо предпринимать комплексные меры, которые включают в себя: использование современной качественной теплоизоляции; применение тепловых завес в дверных проёмах с высокой проходимостью; использование стеклопакетов с пониженным коэффициентом пропускания солнечной энергии; применение рекуператоров.

Рекуператоры подразделяются на два вида: с передачей только явной энергии и с передачей явной и скрытой энергии. Наибольшее распространение получили рекуператоры, в которых передаётся только явная энергия. К ним относятся: пластинчатый, с промежуточным теплоносителем, с тепловой трубкой.

Преимуществом данных теплообменников является низкая стоимость, относительная простота обслуживания и распространённость. Недостатком теплообменников является необходимость удаления избыточной влаги из приточного воздуха в тёплый период года.

Более совершенными являются энтальпийные рекуператоры. Их конструкция позволяет осуществлять перенос тепла и влаги. Они отличаются по типу конструкции [1]:

1. Роторный рекуператор с гигроскопической рабочей поверхностью (гигроскопический роторный рекуператор).
2. Сорбционные рекуператор с рабочей поверхностью из силикагеля (сорбционный роторный рекуператор).
3. Мембранные.

Отличие гигроскопического от обычного роторного рекуператора заключается в специальной обработке для удерживания влаги рабочей поверхности. Это позволяет рабочей поверхности адсорбировать и десорбировать молекулы воды во время вращения ротора.

Сорбционные роторы работают по такому же принципу, как и роторный рекуператор с гигроскопической рабочей поверхностью. В качестве материала для адсорбции влаги применяется силикагель, который имеет площадь поверхности 800 м²/г и обладает высокой способностью впитывать влагу.

Рецензия эксперта на статью получена 23.06.2021 [The expert review on the article received on June 26, 2021].

УДК 697.9:628.8. Научная специальность: 05.23.03.

Исследование тепло- и массообменных свойств рекуператоров на примере овощехранилища

С. В. Белуков, к.т.н., доцент; Я. А. Шелест, аспирант; Р. Х. Магжанов, ассистент, Московский политехнический университет (МПУ)

Рассмотрены способы утилизации тепла и влаги из приточного воздуха в системе вентиляции на примере овощехранилища в летнее время. Проанализированы преимущества и недостатки различных схем утилизации тепла и влаги с использованием рекуперативных теплообменников. Проведён сравнительный анализ обработки воздуха с применением диаграммы Рамзина-Молье. После определения параметров выходных точек выявлено, что оптимальный вариант теплообменника — роторный рекуператор, в сравнении с пластинчатым и мембранным.

Ключевые слова: энтальпийный рекуператор, кондиционирование воздуха, энергосбережение, утилизация влаги, утилизация тепла, вентиляция.

UDC 697.9:628.8. Scientific specialty number: 05.23.03.

Reserching of heat and mass-exchange characteristic of recuperators on the example of a vegetable storage

S. V. Belukov, PhD, Associate Professor; Ya. A. Shelest; R. Kh. Magzhanov, assistant, Moscow Polytechnic University

The methods of heat and moisture utilization from the supply air in the ventilation system are considered on the example of a vegetable storage in the summer. The advantages and disadvantages of various schemes of heat and moisture utilization using regenerative heat exchangers are analyzed. A comparative analysis of air treatment using the Ramzin-Molye diagram is carried out. After determining the parameters of the output points, it was found that the optimal variant of the heat exchanger is a rotary heat exchanger in comparison with a plate and membrane heat exchanger.

Key words: enthalpy recuperator, air conditioning, energy saving, moisture recovery, heat recovery, ventilation.

Мембранные рекуператоры имеют вместо металлических пластин полимерную мембрану. Она способна пропускать молекулы водяного пара из вытяжного (увлажнённого) воздуха и передавать их приточному (сухому). Смешения вытяжных и приточных потоков при этом не происходит, так как влага пропускается через мембрану посредством диффузии.

Расчёт полной теплоты для рекуператоров трёх типов

В рамках исследования теплопередающей способности рекуператоров разных видов был проведён расчёт передачи полной теплоты для пластинчатого, мембранного и роторного рекуператора без адсорбционного покрытия. Целью данного исследования является анализ рекуперации явной и скрытой энергии удаляемого воздуха в системах вентиляции и кондиционирования и определение наиболее эффективного типа энтальпийного рекуператора с точки зрения минимальных затрат тепловой энергии.

В рамках исследования теплопередающей способности рекуператоров разных типов был проведён расчёт передачи полной теплоты для рекуператоров разных видов

Объектом исследования является хранилище лука объёмом 200 тонн, расположенное в пределах Московской области, в тёплый период года. Расчётная температура наружного воздуха соответствует июлю и составляет $t_1 = 26^\circ\text{C}$. В рамках исследования принята обеспеченность температуры воздуха 0,98, а удельная энтальпия наружного воздуха в июле составляет 54 кДж/кг [2]. Согласно нормативной документации, температура хранения лука составляет $t_{\text{п}} = 0^\circ\text{C}$ при относительной влажности $\varphi_{\text{п}} = 75\%$ [3].

При построении на i - d -диаграмме процессов обработки влажного воздуха принято использовать следующие наименования характеристик точек:

- 1 — наружный воздух по параметрам «Б» в тёплый период года;
- 2п — приточный воздух на выходе из пластинчатого рекуператора;
- 2р — приточный воздух на выходе из роторного рекуператора;
- 2м — приточный воздух на выходе из мембранного рекуператора;
- п — воздух в помещении;
- 3 — приточный воздух на выходе из воздухоохладителя.



Вариант 1. Процесс охлаждения воздуха в пластинчатом рекуператоре и воздухоохладителе

В зависимости от конструктивного исполнения пластинчатые теплообменники способны передать от 40 до 70% явной теплоты [4]. Данное соотношение характеризуется критерием эффективности теплообменника η_t и рассчитывается по формуле [5]:

$$\eta_t = \frac{t_1 - t_{2\text{п}}}{t_1 - t_{\text{п}}}, \quad (1)$$

где $t_{2\text{п}}$ — температура на выходе из рекуператора, $^\circ\text{C}$; $t_{\text{п}}$ — температура в помещении, $^\circ\text{C}$. Температурная эффективность рекуператора равна максимальному значению $\eta_t = 70\%$, тогда температура приточного воздуха после рекуператора составляет $7,8^\circ\text{C}$ при влажности $\varphi_{2\text{п}} = 100\%$.

В пластинчатом рекуператоре теплообмен происходит без влагопередачи, поэтому расчётная энтальпия приточного воздуха на выходе из рекуператора составляет $i_{2\text{п}} = 24,4$ кДж/кг. Количество энергии, отведённой через пластинчатый рекуператор, находится по формуле [6]:

$$Q_p = \frac{L \rho_{\text{в}} (i_1 - i_{2\text{п}})}{3,6}, \quad (2)$$

где L — объёмный расход приточного воздуха, составляющий в рассматриваемом примере $150 \times 200 = 30\,000$ м³/ч; $\rho_{\text{п}}$ — плотность воздуха, принятая в размере 1,225 кг/м³; i_1 — энтальпия наружного воздуха, равная 54 кДж/кг; $i_{2\text{п}}$ — энтальпия приточного воздуха на выходе из пластинчатого рекуператора, равная 24,4 кДж/кг. Тогда $Q_p = 295\,758$ Вт.

Холодильная нагрузка на воздухоохладитель $Q_{\text{в}}$ при отсутствии рекуператора рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{в}} = \frac{L \rho_{\text{в}} (i_1 - i_3)}{3,6}, \quad (3)$$

где i_3 — энтальпия приточного воздуха на выходе из воздухоохладителя, равная 7,1 кДж/кг. Тогда $Q_{\text{в}} = 469\,328$ Вт.

Холодильная нагрузка с применением рекуператора рассчитана по следующей формуле [4]:

$$Q_{\text{вр}} = Q_{\text{в}} - Q_p = 469\,328 - 295\,758 = 173\,570 \text{ Вт}. \quad (4)$$

Применение пластинчатого рекуператора позволило снизить холодильную нагрузку на воздухоохладитель в 2,7 раза.

Вариант 2. Процесс обработки воздуха в приточно-вытяжной установке с роторным рекуператором

Эффективность передачи явной теплоты роторным рекуператором без адсорбционного покрытия варьируется η_t от 60 до 76%, а эффективность передачи скрытой теплоты η_d от 55 до 71%.

При эффективности передачи явной теплоты $\eta_t = 76\%$, воздух охладится в рекуператоре до $t_{2\text{р}} = 6,24^\circ\text{C}$ по формуле (1). Эффективность передачи скрытой теплоты рекуператора рассчитана по следующей формуле [5]:

$$\eta_d = \frac{d_1 - d_{2\text{р}}}{d_1 - d_{\text{п}}}, \quad (5)$$

где d_1 и $d_{2\text{р}}$ — влагосодержание притока, соответственно, на входе в утилизатор и на выходе из него, г/кг; $d_{\text{п}}$ — влагосодержание воздуха, уходящего из помещения, г/кг.

При эффективности передачи скрытой теплоты $\eta_d = 71\%$, влагосодержание приточного воздуха после рекуператора составляет $d_{2\text{р}} = 5,1$ г/кг, а энтальпия приточного воздуха — $i_{2\text{р}} = 19,1$ кДж/кг.

Количество энергии, отведённой через роторный рекуператор, рассчитывается по формуле (2) и составляет величину $Q_p = 347\,279$ Вт. Холодильная нагрузка на воздухоохладитель с применением роторного рекуператора рассчитана по формуле (4) $Q_{\text{вр}} = 122\,048$ Вт.

Применение роторного рекуператора позволило снизить холодильную нагрузку на воздухоохладитель в 3,85 раза.

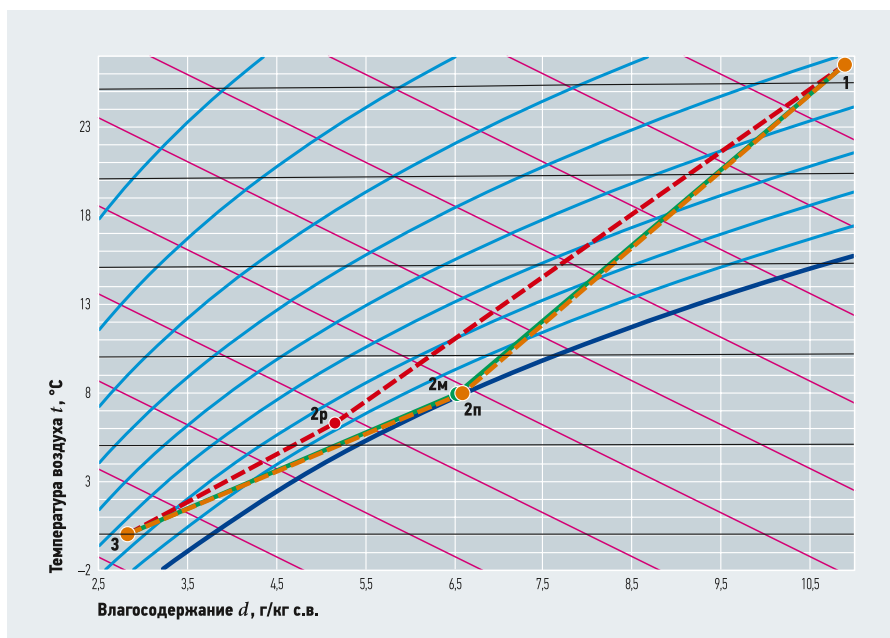


Рис. 1. График обработки приточного воздуха

Вариант 3. Процесс обработки воздуха в установке с мембранным утилизатором
Эффективность передачи явной теплоты мембранного рекуператора η_t от 62 до 70 %, а эффективность передачи скрытой теплоты η_d от 45 до 54 %.

При эффективности передачи явной теплоты $\eta_t = 70\%$, а скрытой теплоты $\eta_d = 54\%$, воздух охладится в теплоутилизаторе до $t_{2м} = 7,8^\circ\text{C}$ по формуле (1) и осушится до $d_{2м} = 6,5$ г/кг по формуле (5) за счёт холодного и сухого вытяжного воздуха, а энтальпия приточного воздуха — $i_{2м} = 24,2$ кДж/кг. Количество энергии, отведённой через мембранный рекуператор, рассчитывается по формуле (2) и составляет $Q_p = 296\ 926$ Вт. Холодильная нагрузка на воздухоохладитель с применением мембранного рекуператора рассчитана по формуле (4): $Q_{вр} = 172\ 401$ Вт.

Применение мембранного рекуператора позволило снизить холодильную нагрузку на воздухоохладитель в 2,72 раза.

Анализ полученных результатов

По результатам проведённых расчётов были построены графики процессов охлаждения приточного воздуха на диаграмме Рамзина-Молье (рис. 1): **1–2п** — процесс охлаждения приточного воздуха в пластинчатом рекуператоре; **2п–3** — процесс охлаждения в воздухоохладителе после пластинчатого рекуператора.

Из данного графика следует, что произошло понижение температуры приточного воздуха до температуры ниже точки росы. Это привело к конденсации водяных паров непосредственно на теплопередающей поверхности.

Отсюда следует вывод, что при температуре поверхности рекуператора ниже $15,3^\circ\text{C}$ происходит образование влаги в нём. Во время охлаждения в пластинчатом рекуператоре с 26°C до $7,8^\circ\text{C}$ влаги было сконденсировано $154,9$ кг/ч.

Рассмотрим процесс охлаждения приточного воздуха в роторном рекуператоре **1–2р** и процесс охлаждения в воздухоохладителе после роторного рекуператора **2р–3** на рис. 1.

Процесс понижения температуры приточного воздуха в роторном рекуператоре без адсорбционного покрытия ниже точки росы проходит аналогично процессу в рекуператоре пластинчатого типа, описание которого приведено выше. Однако ротор рекуператора движется вокруг своей оси, и ячейки, насыщенные влагой, перемещаются из приточного канала в вытяжной. В данном процессе потоком отработанного воздуха уносится часть влаги из ячеек рекуператора.

В процессе охлаждения в роторном рекуператоре температура снизилась с 26°C до $6,24^\circ\text{C}$, влаги было сконденсировано $205,9$ кг/ч.

1–2м — процесс охлаждения приточного воздуха в мембранном рекуператоре, а **2м–3** — процесс охлаждения в воздухоохладителе после мембранного рекуператора. Охлаждение приточного воздуха в мембранном рекуператоре отличается от рекуператоров, описанных выше. При движении приточного воздуха с высокой влажностью через теплообменник часть влаги не конденсируется, а адсорбируется на его поверхности. Благодаря разности парциальных давлений, адсорбированная влага перемещается из приточного канала в вытяжной и десорбируется. Во время охлаждения в мембранном рекуператоре с 26°C до $7,8^\circ\text{C}$, количество влаги, перенесённой из приточного канала в вытяжной, составляет $156,6$ кг/ч.

Процесс понижения температуры приточного воздуха в роторном рекуператоре без адсорбционного покрытия ниже точки росы проходит аналогично процессу в рекуператоре пластинчатого типа. Однако ротор рекуператора движется вокруг своей оси, и ячейки, насыщенные влагой, перемещаются из приточного канала в вытяжной

Рассмотрев сравнения видов рекуператоров энергии в системах холодоснабжения и кондиционирования воздуха, авторы пришли к выводу, что основные задачи — это уменьшение энергопотребления, что впоследствии даёт снижение нагрузки на окружающую среду. В табл. 1 представлены технические характеристики рассмотренных рекуператоров. При одинаковой воздухопроизводительности рекуператор роторного типа отводит на 11,6–13,8 % больше тепловой энергии. В этом случае холодильная нагрузка на воздухоохладитель снижается на 28,1–31,6 %.

Технические характеристики утилизаторов теплоты и влаги

табл. 1

Основные показатели / вид рекуператор	Пластинчатый	Роторный	Мембранный
Воздухопроизводительность, м ³ /ч	30 000	30 000	30 000
Утилизация тепловой энергии, кВт	308 333	357 848	316 231
Температурный КПД рекуператора, %	70	76	70
Холодильная нагрузка на воздухоохладитель, кВт	156 250	106 735	148 352
Влажностной КПД рекуператора, %	—	71	54

- Самарин О.Д., Аншакова М.С. Обоснование применения энтальпийных утилизаторов в системах вентиляции и кондиционирования // Журнал СОК, 2019. №4. С. 54–57.
- СП 131.13.330.2018. Строительная климатология. — М.: Стандартинформ, 2019.
- НТП АПК 1.10.12.001. Нормы технологического проектирования предприятий по хранению и обработке картофеля и плодовоовощной продукции. — М.: Гипронисельпром, 2002. 161 с.
- Moffitt R., Stanke D., Murphy J., Harshaw J. Air-to-Air Energy Recovery: Trane Engineers Newsletter Live. TraneCommercial. 2013. Web-source: youtube.com. Access data: June 25, 2021.
- Беккер А. Системы вентиляции. — М.: Техносфера; Евроклимат, 2005. 232 с.
- Кокорин О.Я., Варфоломеев Ю.М. Системы оборудования для создания микроклимата помещений. — М.: Инфра-М, 2012. 272 с.

References — see page 80.

Моделирование вентиляционных потоков методом, основывающемся на теории функ- ций комплексного переменного

Математическое моделирование скоростных, концентрационных и температурных полей является наиболее перспективным методом исследования распределения параметров микроклимата, влияющих на санитарно-эпидемиологические и технологические требования к внутреннему воздуху помещений.

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

Введение

Согласно современным исследованиям, всё более негативное влияние на здоровье и самочувствие человека оказывают вредные вещества, находящиеся внутри помещений его среды обитания, — как жилых и общественных, так и производственных. В работах [1, 2] отмечается, что результативность персонала в помещениях с неэффективной вентиляцией снижается на 6% и более, кроме того, увеличивается число допускаемых ошибок. При этом потери, объясняемые снижением производительности труда из-за низкого качества внутреннего воздуха, зачастую могут превышать затраты на поддержание оптимальных или допустимых параметров микроклимата в рабочей зоне обслуживаемого помещения, а следовательно, данный аспект может являться определяющим при проектировании систем жизнеобеспечения зданий и сооружений всех видов назначения, как общественно-го, так и промышленного [1, 3].

Простое увеличение кратности воздухообмена не всегда приводит к значительному улучшению качества внутреннего воздуха в обслуживаемом помещении. Это объясняется присутствием инфильтрации наружного воздуха из зоны аэродинамической тени здания [2], а также возможным образованием застойных зон, возникающих вследствие турбулизации воздушных потоков внутри помещения со сложной конфигурацией [4, 5].



Для обеспечения требуемых параметров микроклимата в таких помещениях всё большее распространение получает вытесняющая вентиляция. Доказано, что вытесняющая вентиляция имеет ряд преимуществ по сравнению с перемешивающей. Главным принципом этого способа воздухораспределения является равномерная подача и удаление воздуха с низкими скоростями.

Эффективность подобных схем вентиляции увеличивается с повышением степени равномерности распределения воздушных потоков [4, 5].

Потери, объясняемые снижением производительности труда из-за низкого качества внутреннего воздуха, могут превышать затраты на поддержание оптимальных или допустимых параметров микроклимата

Основной проблемой при проектировании вытесняющей вентиляции является сложная конфигурация помещений или наличие перегородок между ними. В этом случае необходим точный расчёт линий тока воздушных потоков, их направлений и скоростей. Для решения данной задачи широко применяется математическое моделирование.

Математическое моделирование скоростных, концентрационных и температурных полей является наиболее перспективным методом исследования распределения параметров микроклимата, влияющих на санитарно-эпидемиологические и технологические требования к внутреннему воздуху помещений. Оно позволяет сравнительно оперативно получать точные решения многомерных задач, а также выявлять влияние на полученные решения переменных теплофизических характеристик, граничных условий и продолжительности процессов.

Большие перспективы математического моделирования при развитии методов расчёта и проектирования систем кондиционирования воздуха и вентиляции отмечены в работах [5–8]. Наряду с прочим, в них рассматривались основные дифференциальные уравнения вентиляционных процессов. Зачастую для упрощения расчётов при практических работах становится возможным использование упрощённых моделей и зависимостей без ущерба для точности.

В результате упрощения математическая модель становится более удобной и доступной для исследования.

Из современных моделей и методов расчёта течений сред в большом диапазоне чисел Рейнольдса наиболее простой является модель, получаемая упрощением по малым параметрам в адаптированной системе криволинейно-ортогональных координат.

Исследование температурных, скоростных и концентрационных полей проводится в нескольких направлениях. При первом (дифференциальном) изучаются локальные характеристики воздушных потоков, при втором (интегральном) исследуются укрупнённые характеристики, которые относятся к общему объёму помещения или большим зонам этого помещения. Для получения более точных результатов возможно совместное использование дифференциального и интегрального подходов. Российскими учёными долгое время разрабатывался способ, основанный на методе позонных тепловых балансов, при котором помещение разбивается на зоны, параметры которых принимаются равными. Главной проблемой подобного метода является трудность обоснования разделения объёма помещения на зоны и установления коэффициентов теплообмена между ними. При этом зоны классифицируются в зависимости от взаимного расположения, типа разделения (сплошные стены, воздушные потоки), а также по санитарно-эпидемиологическим требованиям.

Для решения задачи построения полей скорости воздушных потоков, как правило, используются численные методы моделирования процессов газовой динамики [4–9], основанные на решении уравнений неразрывности и Навье-Стокса, осреднённого по Рейнольдсу. Исследование данных уравнений предполагает значительные объёмы компьютерных вычислений, погрешность которых может повлиять как на точность окончательной картины линий тока, так и на её качественный характер в целом. Как правило, используемые в данном случае математические модели изучаются с помощью численных методов. Представляется актуальной разработка таких моделей, которые будут максимально приближены к аналитическим решениям.

Широкое распространение в математической физике при решении задач аэродинамики малых скоростей, к которым относятся задачи вентиляции помещений, получили отображения, осуществляемые аналитическими функциями, или, что фактически то же самое, конформные отображения. Основной областью приложения конформных отображений является расчёт плоского гармонического векторного поля, под которым понимается поле, вектор которого параллелен некоторой плоскости Y . Причём его величина и направление одинаковы во всех точках любой прямой, перпендикулярной плоскости Y [12].

Основная задача теории конформных отображений заключается в построении функции, осуществляющей отображение одной области на другую. Поскольку для решения данной задачи не существует общего алгоритма, то развитие теории конформных отображений идёт в нескольких направлениях. Во-первых, выясняются общие условия существования конформного отображения и его единственности [13]. Во-вторых, устанавливаются различные частные классы областей, отображение которых можно осуществить с помощью комбинации простейших функций. В-третьих, на основании общих свойств аналитических функций производится изучение различных свойств конформных отображений в зависимости от вида отображаемых областей. В-четвертых, разрабатываются приближённые методы конформных отображений.



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)

Предложение действует с 17 мая по 30 сентября 2021 года

Решение рассматриваемой задачи расчёта полей скорости воздушных потоков в помещении с помощью теории функции комплексного переменного (конформных отображений) осуществляется в несколько этапов: построение линий тока воздуха и определение численных значений скорости воздуха. Рассмотрим каждый из этих этапов подробно.

1. Построение линий тока. Решение задачи построения полей скорости воздушных потоков на основе конформных отображений осуществляется в двумерной постановке. В связи с этим рассматриваемые помещения представляют собой прямоугольники со сторонами, параллельными осям абсцисс и ординат. Построение полей скоростей воздушных потоков в рассматриваемом случае осуществляется при переходе от полной системы уравнений Навье-Стокса (которая описывает движение воздушных потоков в помещении) к более простой системе уравнений Коши-Римана. При таком переходе должны выполняться условия несжимаемости среды и её безвихревого движения.

Согласно [12, 13], в данном случае компоненты вектора скорости движущихся воздушных потоков ω_x, ω_y образуют градиент некоторой потенциальной функции $\phi(x, y)$:

$$\omega_x = \frac{\partial \phi}{\partial x}; \omega_y = \frac{\partial \phi}{\partial y}, \quad (1)$$

Траектория движущегося воздуха или линии тока являются при этом линиями уровня ещё одной функции $\psi(x, y)$, сопряжённой к функции $\phi(x, y)$ [12]. Комплексный потенциал течения, функция (2) является при этом аналитической (голоморфной) функцией в некоторой начальной фигуре (помещении) [12]:

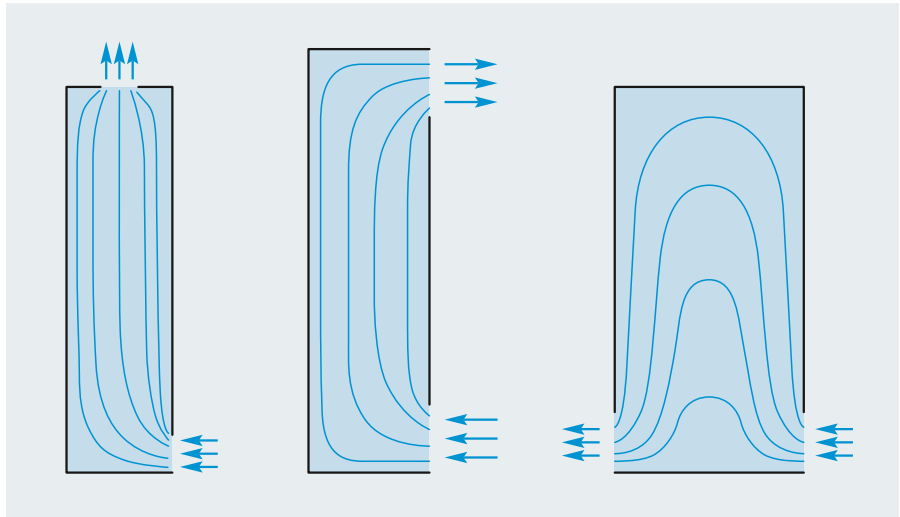
$$f(z) = \phi(z) + i\psi(z); z = x + iy. \quad (2)$$

Для производной $f'(z)$ комплексного потенциала имеет место равенство:

$$f'(z) = \omega_x - i\omega_y. \quad (3)$$

При условии, что вектор (3) нигде в области первоначальной фигуры не обращается в ноль, отображение, осуществляемое функцией (2), является конформным в этой фигуре [12]. Таким образом, на начальном этапе главным является верное определение начальных граничных условий, в виде задания размеров, формы, наличия преград, места воздухозаборных и приточных устройств.

Для построения линий тока в исходном помещении необходимо ввести допущение о движении воздуха в фигуре, согласно которому, пользуясь симметрией помещения, можно считать, что линии тока распространяются симметрично относительно перегородки, из этого следует,



•• Рис. 1. Принципиальные схемы развития воздушных потоков при вытесняющей вентиляции

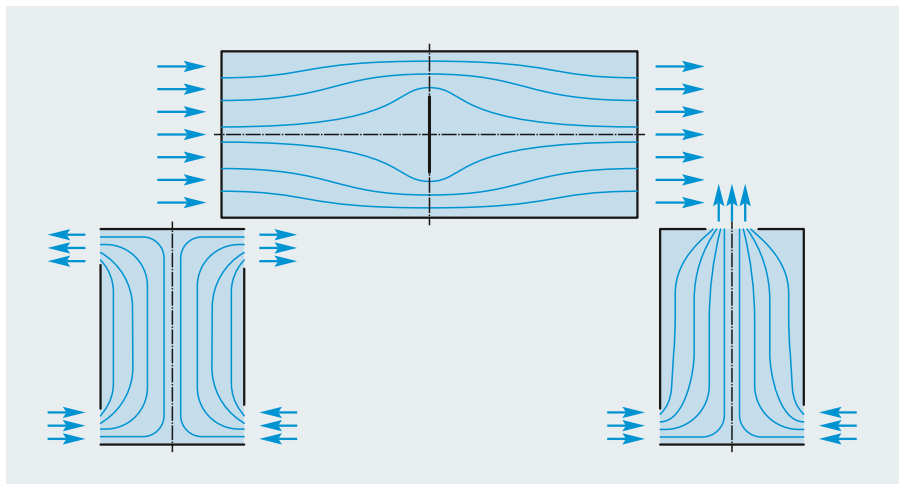
что можно рассматривать лишь одну из двух половин фигуры. В свою очередь, принцип симметрии можно применять не один раз, повторяя при этом все преобразования прошлого этапа.

Общий принцип применения конформных отображений опирается на свойства эллиптического интеграла первого рода и обратной к нему функции, называемой эллиптическим синусом [3, 5–7, 12, 13]. Необходимо отметить, что эллиптический синус нельзя применять к прямоугольнику произвольных размеров, его необходимо подвергнуть растяжению (сжатию), чтобы он принял подходящий размер. На рис. 1 представлены основные схемы распределения воздуха в помещении и примерное развитие воздушных потоков в зависимости от расположения приточных и вытяжных устройств.

Для построения линий тока и последующего определения скоростей воздушных потоков в помещениях, приведённых на рис. 1, необходимо конформно отобразить исходную фигуру на «более простую» фигуру, представляющую собой элементарный прямоугольник, в котором расположение входного и выходного отверстий системы вентиляции целесообразно располагать таким образом, чтобы они подсказывали «естественную» конфигурацию линий тока.

В рассматриваемом случае ограниченных фигур производится их отображение на горизонтальный прямоугольник, причём входное и выходное отверстия представляют собой правую и левую стороны этого прямоугольника, соответственно. Подробно преобразование исходных фигур в элементарную, с последующим построением линий тока, приводится в работах [3, 5–7]. Основные этапы преобразований сводятся к следующим пунктам: преобразование прямоугольника реальных размеров в прямоугольник, для которого существует решение при заданном параметре (таким образом, перед применением конформного отображения необходимо произвести расширение исходной

Общий принцип применения конформных отображений опирается на свойства эллиптического интеграла первого рода и обратной к нему функции, называемой эллиптическим синусом [3, 5–7, 12, 13]



•• Рис. 2. Схемы развития воздушных потоков при симметричном разделении помещений

фигуры); преобразование прямоугольника в полуплоскость под действием эллиптического синуса; преобразование полуплоскости в полуплоскость под действием дробно-линейного отображения:

$$w = g(\zeta) = \frac{A\zeta + B}{\zeta + D}, \quad (4)$$

преобразование полуплоскости в прямоугольник под действием эллиптического интеграла с параметром α :

$$F_\alpha(z) = F(z, \alpha) = \int_0^z \frac{dt}{\sqrt{(1-t^2)(1-\alpha^2 t^2)}} \quad (0 < \alpha < 1). \quad (5)$$

Построение общего отображения производится в обратном порядке как суперпозиция простых отображений. Если помещения имеют более сложную конфигурацию, расчёт усложняется добавлением нового преобразования. Например, в случаях, представленных на рис. 2, необходимо повторно применить принцип симметрии или принудительно разбить исходное помещение на более простые.

Для наглядности конечный результат расчёта первого этапа для помещения, представленного на рис. 1а, можно представить с помощью пакета Maple (рис. 3).

2. Определение численных значений скорости воздушного потока. Для определения численных значений скорости воздуха в конкретной точке помещения пользуются положением, которое гласит: *производная комплексного потенциала является вектором, комплексно сопряжённым к вектору скорости* [6, 7]. То есть при известном отображении помещения на полуплоскость касательные к линиям тока определяют скорость течения воздуха и вычисляются простым дифференцированием. Следовательно, при известном комплексном потенциале течения проекции скорости определяются по формуле:

$$\frac{dv}{dz} = \omega_x + i\omega_y, \quad (6)$$

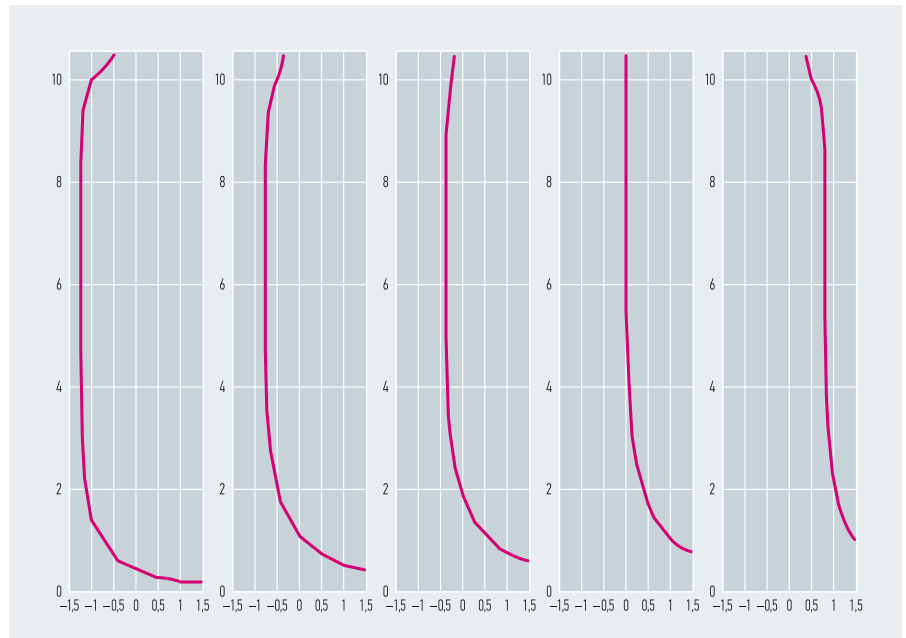
где ω_x — проекция скорости на ось Ox ; ω_y — проекция скорости на ось Oy ; v — комплексный потенциал некоторого течения. Скалярная величина скорости воздуха определяется по уравнению:

$$\omega = |\omega_x + i\omega_y| = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2}, \quad (7)$$

Поскольку при построении линий тока воздуха в помещении используется описанное ранее отображение, скорость воздуха является произведением производных каждого шага преобразования:

$$\omega = A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n, \quad (8)$$

где A_1, A_2, A_n — производные функций на каждом шаге преобразования.



❖ **Рис. 3.** Построение линий тока с помощью пакета Maple

Методология математического и любого другого моделирования основана на изучении характеристик различных объектов с помощью исследования их аналогов. Следует отметить, что математическая модель является идеализацией реально существующего объекта, она должна чётко отражать лишь наиболее важные черты исследуемого явления, второстепенные же воздействия во внимание не принимаются. В результате математическая модель не в состоянии в полной мере описать все характерные особенности исследуемого объекта, поэтому чрезвычайно важно провести сравнение результатов численных и экспериментальных исследований, полученных при математическом или физическом моделировании, соответственно.

Следует отметить, что, поскольку с повышением скорости воздуха увеличивается турбулентность течения, математическая модель, основанная на теории конформных отображений, не всегда может адекватно описывать происходящие изменения и ограничивается некоторым интервалом чисел Рейнольдса.

Выводы

Описанный метод расчёта полей скорости воздушных потоков, основанный на теории конформных отображений, позволяет определять величины скоростей в любой точке исследуемого пространства, вне зависимости от его геометрических характеристик и точек подачи и удаления воздуха. Однако из-за ограничений по числам Рейнольдса, для которых справедливы вычисления, а следовательно, и скорости воздуха, необходимо определить допустимый скоростной интервал, в пределах которого возможно применение теории конформных отображений для построения полей скоростей воздушных потоков в рассма-

триваемом типе помещений. На начальном этапе расчёта можно ограничиться условием безвихревого течения среды, что повышает вероятность более точного определения линий тока воздуха и скалярных величин его скорости. ●

1. Фангер Оле П. Качество внутреннего воздуха в XXI веке: влияние на комфорт, производительность и здоровье людей // АВОК, 2003. №4. С. 12–18.
2. Пырков В.В. Электрические кабельные системы отопления. Энергетическое сопоставление. — Калининград: ООО «Медиа-Макс», 2004. 88 с.
3. Чуйкин С.В. Вентиляция и экологическая безопасность жилых и общественных помещений // Экология и промышленность России, 2015. №2. С. 42–44.
4. Sklyarov K.A., Cheremisin A.V., Pavlyukov S.P. Two-dimensional stationary movement of air flow in premises with partitions. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering (VSU ACE). Series: Construction and Architecture. 2009. No. 2. Pp. 69–76.
5. Chuykin S.V., Loboda A.V. Determination of velocity fields of air streams in ventilated rooms with conformal mappings. Scientific herald of the VSU ACE. Series: Construction and architecture. 2013. No. 3. Pp. 39–51.
6. Mel'kumov V.N., Loboda A.V., Chuykin S.V. Mathematical modelling of air streams in large spaces. Scientific herald of the VSU ACE. Construction and architecture. 2015. No. 1. Pp. 15–24.
7. Mel'kumov V.N., Kolodyazhnyi S.A., Chuykin S.V. Modelling air flows in premises using conformal mapping. Middle-East Journal of Scientific Research. 2014. Vol. 1. Issue 22. Pp. 78–81.
8. Mel'kumov V.N., Chuykin S.V., Sklyarov K.A., Kolosov A.I. Conformal mapping in mathematical modelling of air flows in premises. Indian Journal of Science and Technology. 2016. Vol. 9. Issue 18. Pp. 1–5.
9. Zuo W., Hu J., Chen Q. Improvements in Fast Fluid Dynamics (FFD) modeling by using different numerical schemes. Numerical Heat Transfer, Part B: Fundamentals. 2010. Vol. 1. Issue 58. Pp. 1–16.
10. Zuo W., Chen Q. Fast and informative flow simulations in a building by using fast fluid dynamics model on graphics processing unit. Building and Environment. 2010. Vol. 3. Issue 45. Pp. 747–757.
12. Loboda A.V., Kuznetsov S.N. The use of the method of conformal mappings to determine velocity fields of air flows in ventilation problems. Scientific herald of the VSU ACE. Series: Construction and architecture. 2011. No. 4. Pp. 18–26.
13. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ. В 2 ч. Ч. 1. Изд. 4-е. — М.: Лань, 2004. 336 с.
14. Гухман А.А. Введение в теорию подобия. — М.: ЛКИ, 2010. 296 с.



Исследование возможностей компенсации пусковых токов с помощью супер- конденсатора при автономном питании

В мире насчитывается 180 млн автономных солнечных электростанций (АСЭС), энергией которых пользуются 420 млн человек [1]. Наибольшие трудности при эксплуатации АСЭС возникают, когда в нагрузке присутствует устройство с большим пусковым током, наиболее ярким представителем которых является холодильник.

Авторы: И.Л. ВАСИЛЬЕВ, к.т.н., Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС, г. Екатеринбург, Россия); М.Е. ПАВЛИЧЕНКО, ООО «ДДК» (Россия); В.Г. СЫЧЕНКО, д.т.н., Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта (ДИИТ, г. Днепропетровск, Украина); А.Н. ШТИН, к.т.н., УрГУПС (г. Екатеринбург, Россия)

Рассмотрим ситуацию подробнее. Наиболее распространённой минимальной конфигурацией АСЭС можно считать комплект из солнечной панели мощностью 100 Вт, свинцово-кислотного аккумулятора ёмкостью 100 А·ч, контроллера и инвертора 600 Вт. Такая конфигурация обеспечивает минимальные потребности в освещении, работу вибрационного насоса и зарядку аккумуляторного инструмента и гаджетов.

Но присоединить к системе холодильник с компрессором мощностью 60 Вт не получится, мощности данной системы не хватит для запуска холодильника. Всё дело в пусковом токе компрессора. Для запуска требуется система в два раза дороже и мощнее — 2×100 А·ч, инвертор — от 1,5 кВт. Но и эта система не является оптимальной, в ней быстро выходят из строя аккумуляторы, самая дорогостоящая часть АСЭС. Получается несоответствие — система с инвертором позволяет запустить электропилу мощностью 650 Вт и циркулярную пилу мощностью 800 Вт, но не позволяет устойчиво запустить холодильник, потребляющий 60 Вт. В чём же дело? Всё дело в пусковых токах, ведь пила и рубанок запускаются на «холодном ходу», а компрессор — нет.

Частые запуски электроприборов с высокими пусковыми токами вызывают существенное снижение ресурса химическо-

го аккумулятора и приводят к неоправданным затратам. Снизить эти затраты позволяют гибридные накопители энергии, состоящие из химического аккумулятора и суперконденсатора (СК).

Суперконденсатор, имеющий свои недостатки, обладает великолепным преимуществом — огромным количеством циклов, на порядки превосходящим число рабочих циклов химического аккумулятора. Было бы эффективно создать такую конструкцию гибридного накопителя электрической энергии, в котором относительно небольшие, но продолжительные токи нагрузки обеспечивались бы энергией химического аккумулятора, а кратковременные, но значительные пусковые токи обеспечивались бы энергией суперконденсатора.

Попробуем измерить пусковой ток холодильника при питании от аккумулятора 100 А·ч и инвертора 1,2 кВт. Результаты измерения представлены на рис. 1. Как видно из данного рисунка, при пуске холодильника пусковой ток достигает значения 115 А на 0,7 с, продолжительность пускового процесса составляет 0,9 с. За это время выделяется энергия порядка 0,28 Вт·ч. Затем в течение двух минут работает компрессор, потребляя ток 8 А и через шесть минут процесс повторяется. Значения тока измерены на стороне напряжением 12 В, то есть на аккумуляторе.

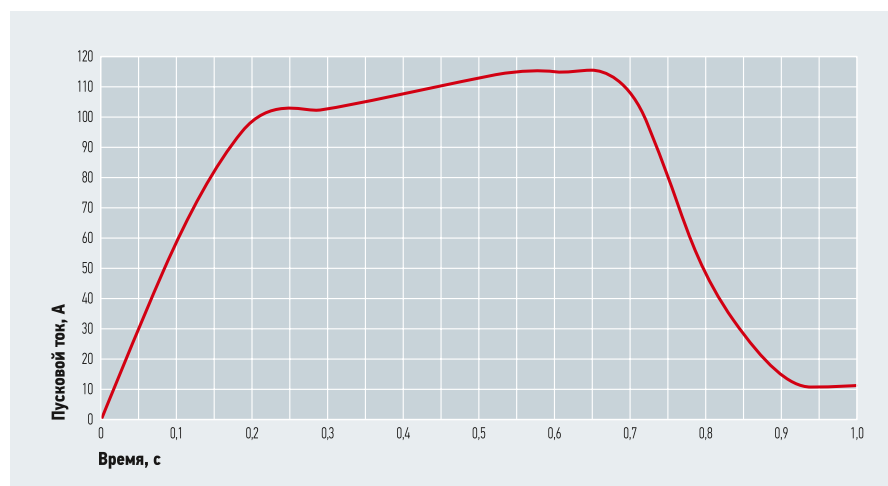


Рис. 1. Результаты измерения

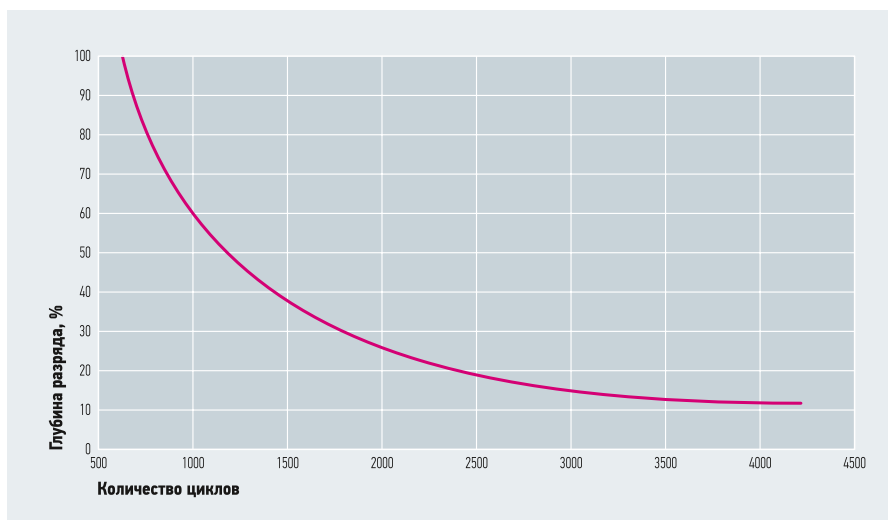


Рис. 2. Зависимость рабочих циклов свинцово-кислотной АКБ от глубины разряда

Возникает вопрос — расходуется ли при этом цикл химического аккумулятора? Несмотря на кажущиеся микроскопические значения энергии, расходующиеся при пуске компрессора, можно предположить, что какая-то часть ресурса аккумулятора при этом расходуется.

Рассмотрим типовой график зависимости рабочих циклов свинцово-кислотного аккумулятора от глубины разряда (рис. 2). Как видно из рисунка, с достаточной точностью можно утверждать, что снижение глубины разряда химического аккумулятора вдвое увеличивает его ресурс в те же два раза. Можно предположить, что снижение значения пускового тока в два раза позволит вдвое увеличить его срок службы. Рассмотрим, как это можно сделать с помощью суперконденсатора.

Известны различные конструкции гибридных накопителей энергии, состоящие из химических аккумуляторов и суперконденсаторов [2]. В связи со спецификой потребителя маломощных АСЭС наибольший интерес вызывают конструкции, обладающие максимальной простотой (например, параллельное соединение аккумулятора и суперконденсатора [3]), которые упрощённо можно изобразить на рис. 3.

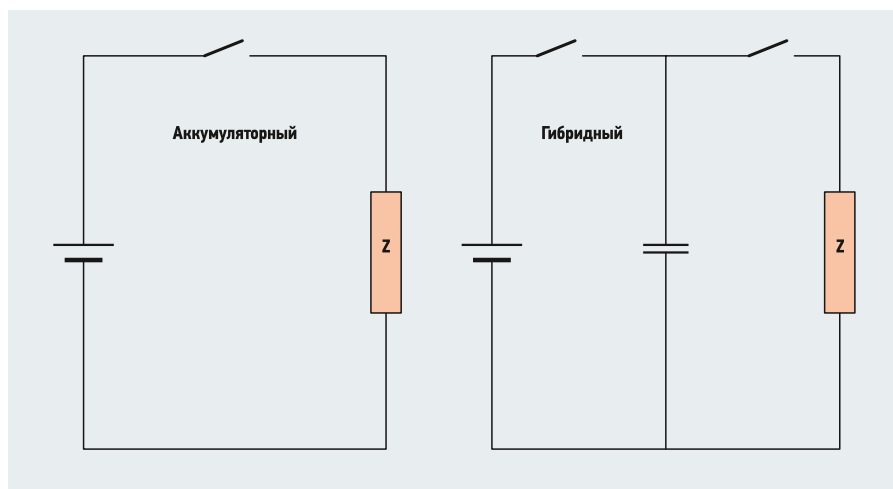


Рис. 3. Упрощённые схемы гибридных накопителей энергии

Как видно из рис. 2, с достаточной точностью можно утверждать, что снижение глубины разряда химического аккумулятора вдвое увеличивает его ресурс в те же два раза. Можно предположить, что снижение значения пускового тока в два раза позволит вдвое увеличить его срок службы

выпрямительно-инверторных преобразователях, а именно применение индуктивности. Аналогичные схемы, использующие индуктивность, связывающую химический аккумулятор и суперконденсатор, известны и имеют различные принципиальные отличия. По ряду причин, в том числе и конструктивных особенностей, было выбрано решение, представленное на рис. 4.

Как эта схема работает? При резком увеличении тока нагрузки происходит увеличение омического сопротивления индуктивностей, и относительно значительная часть энергии поступает на нагрузку от суперконденсатора. После снижения нарастания тока сопротивление индуктивностей снижается, и ток поступает преимущественно от АКБ. Величины и параметры индуктивностей L_1 и L_2 подбираются сообразно параметрам химического аккумулятора, нагрузки и технических характеристик инвертора.

Несмотря на кажущуюся простоту данной схемы, создать её адекватную математическую модель не удалось. Это вызвано тем, что на сегодняшний момент отсутствует адекватная электрическая схема замещения суперконденсатора.

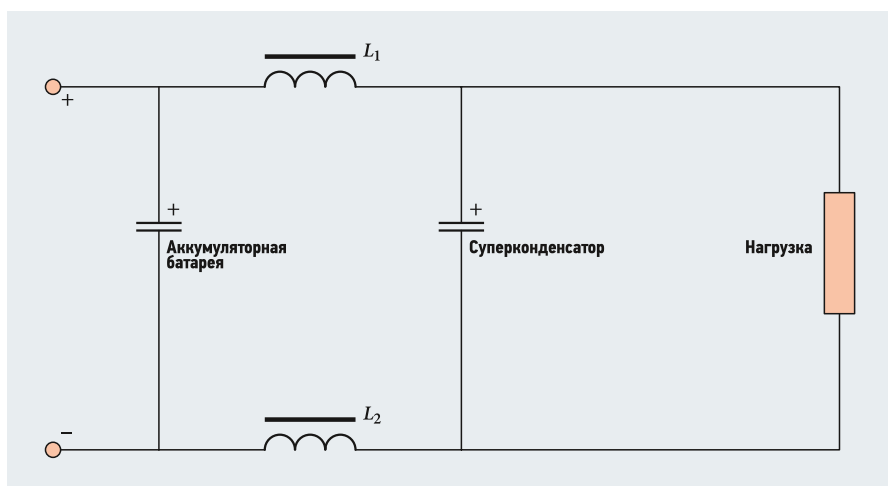


Рис. 4. Принципиальная схема гибридного накопителя энергии

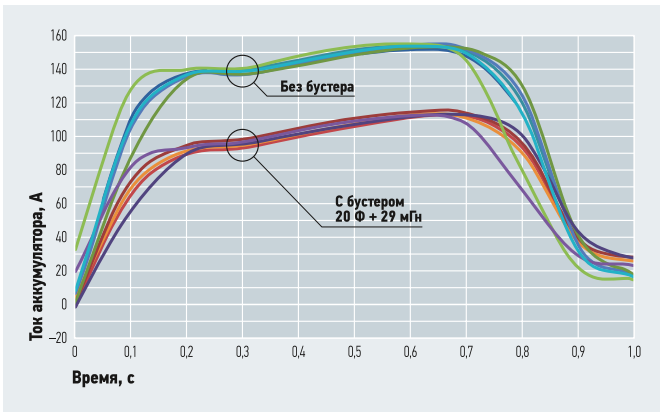


Рис. 5. Ток аккумулятора при параметрах 20 Ф и 29 мГн

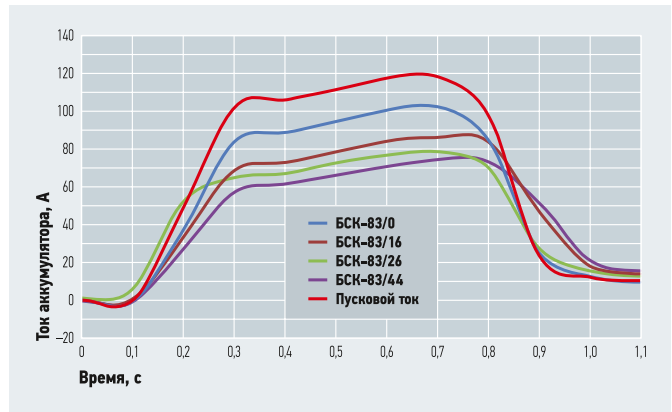


Рис. 6. Токи при значениях индуктивности бустера от 0 до 44 мГн

Нелинейность электрических параметров электрохимических суперконденсаторов существенно ограничивает применение известных методов и средств измерений традиционных электролитических конденсаторов для их измерения. В научных публикациях отмечается, что электрическая ёмкость и активное внутреннее сопротивление электрохимических СК являются частотно зависимыми и нелинейными параметрами [4]. В связи с этой нелинейностью была произведена серия экспериментов по подбору параметров индуктивностей, которые бы позволили получить максимальный результат.

В настоящее время доступны суперконденсаторные сборки ёмкостью 20 Ф и 83 Ф, номинальным напряжением 12 В. Рассмотрим сочетание химического аккумулятора с номинальным напряжением 12 В, суперконденсатором 20 Ф и различной суммарной индуктивностью до 29 мГн (рис. 5).

Общий пусковой ток достигал значения 153 А, ток от аккумулятора — 112 А, то есть снижение величины тока составило 27%. При дальнейшем увеличении суммарной индуктивности происходило нерасчётное снижение напряжения на

вводах инвертора, что вызывали срабатывание защит инвертора.

Более выгодные результаты были получены при использовании суперконденсаторной сборки 83 Ф 16 В и различными суммарными индуктивностями (рис. 6).

Серия экспериментов с суперконденсаторной сборкой ёмкостью 83 Ф 16 В и различными индуктивностями значениями от 0 до 44 мГн показала следующее. Без применения СК максимальное значение тока составляло 118 А, простое параллельное соединение с суперконденсаторной сборкой позволили снизить этот ток до 102 А, то есть на 14%, увеличение величины индуктивности до 44 мГн

Серия экспериментов с суперконденсаторной сборкой ёмкостью 83 Ф 16 В и различными индуктивностями значениями от 0 до 44 мГн показала, что без применения СК максимальное значение тока составляло 118 А, простое параллельное соединение с суперконденсаторной сборкой позволили снизить этот ток до 102 А, то есть на 14%

позволило снижать значение тока дальше, и при значении 44 мГн ток составил 74 А, что соответствует снижению на 37%.

На основе проведённых исследований был создан суперконденсаторный буфер БСК-83/** с суперконденсатором 83 Ф, номинальным напряжением 16 В и различными значениями суммарной индуктивности (фото 1). Буфер БСК конструктивно представляет собой приставку к химическому аккумулятору, прикрепляемую непосредственно на аккумулятор. Возможно исполнение с креплением на другие поверхности.

Выводы

1. Гибридные накопители энергии, состоящие из химического аккумулятора и суперконденсатора, позволяют объединить преимущества обоих устройств, увеличить их срок службы и получить значительный экономический эффект.
2. Использование индуктивности в цепях гибридного накопителя энергии, позволяют снизить пусковой ток на 37% и увеличить срок службы химического аккумулятора.
3. Аналогичные результаты могут быть получены при использовании других видов химических аккумуляторов и в других областях электротехники (системы оперативного тока электроподстанций, приводы различных исполнительных устройств оперативного тока и т.д.). ●



Фото 1. Суперконденсаторный буфер БСК-83/**

1. Сидорович В. Автономной солнечной энергетикой пользуются 420 млн человек по всему миру [Электр. текст]. RenEn. Режим доступа: renen.ru. Дата обращ.: 10.06.2021.
2. Марьенков С.А. Гибридный накопитель электрической энергии для сетей с распределённой генерацией на основе возобновляемых источников электрической энергии // Международный научно-исследовательский журнал, 2017. №2. С. 120–123.
3. Бердников Р.Н., Фортов В.Е., Сон Э.Е. и др. Гибридный накопитель электроэнергии для ЕНЭС на базе аккумуляторов и суперконденсаторов // Энергия единой сети, 2013. №2. С. 40–51.
4. Мартынюк В.В. Нелинейные параметры электрохимических суперконденсаторов и их измерение // Системи обробки інформації (Україна), 2006. №7. С. 50–52.



Спасение для дебаркадера: в Нижнем Новгороде от солнечных панелей запитали плавучий дом

Использование солнечных электростанций в частных домах, на промышленных предприятиях и заправках уже мало кого может удивить. Даже при всём пока ещё сохраняющемся в обществе скептицизме в отношении «зелёных» технологий. Однако есть и «нестандартные» объекты, для которых переход на альтернативные источники энергии — единственное возможное, хотя и не сразу появляющееся решение. Об одном из них пойдёт речь в данной статье.

Автор: Андрей СОМСИН, руководитель направления; Арина ГАРЦУНОВА, маркетолог, компания «ЦЭК. Зелёная энергия» (г. Нижний Новгород)

В прошедшем 2020 году нижегородская компания «ЦЭК. Зелёная энергия» электрифицировала дебаркадер (плавучую пристань). У транспортного средства, расположенного в пляжной зоне города, подача электричества осуществлялась через единственный протянутый с берега кабель от общегородской сети. Конечно, энергии не хватало, напряжение в сети всё время просаживалось, нередко были и перебои. Сначала собственник пытался использовать для запасаания АКБ, после разрядки которых приходилось вручную включать дизель-генератор. Но это суть проблемы не меняло. Предложенное решение было нацелено на обеспечение бесперебойной работы всех потребителей и максимальную автоматизацию этого процесса.

В итоге после определения фактического и желаемого уровня энергопотребления для дебаркадера:

- силами заказчика был изготовлен каркас для солнечной электростанции (с учётом повышенной ветровой нагрузки на поверхность);
- на него смонтированы 12 солнечных панелей Delta BST 440-78 М НС номиналом 440 Вт каждая, суммарной мощностью 5,28 кВт, а также устройства защиты по постоянному и переменному току (FЕЕО автомат защиты постоянного тока FРV-40 40А 2Р) и от импульсных перенапряжений (FЕЕО УЗИП постоянного тока 2Р, на случай грозы);
- произведена настройка автозапуска генератора Hyundai DНУ 6000 SE при снижении уровня заряда аккумулятора до заданного параметра (как только напряжение в АКБ вновь достигает необходимой отметки, дизель-генератор отключается).

По данным контрольных замеров, средний объём запасаемой в АКБ (Delta GX 12-200) энергии составил 19,2 кВт, чего «с головой» хватает для поддержания работы нужных устройств.

Теперь, во-первых, дебаркадер не зависит от подачи электричества с берега. Да, кабель по-прежнему протянут, но минимальное потребление энергии из общей сети идёт только в холодное время года.

Во-вторых, ручное вмешательство во все энергообеспечение и связанные с ним процессы и постоянный контроль запаса больше не требуются, что существенно упрощает эксплуатацию объекта.

В-третьих, установленная система безопасна благодаря устройствам защиты, которые предохранят и электростанцию, и приборы от короткого замыкания, перегрузок и возгорания.

А ещё «плавучий дом» с рядом солнечных панелей на крыше привлёк внимание нижегородцев и получил определённую популярность в соцсетях.



Казалось бы, где дебаркадер, а где солнечная электростанция. Но именно этот проект на деле показывает весь уровень её полезности.

Кстати, по прошествии года выяснилось, что вырабатываемой солнечными панелями мощности хватает на поддержание стабильно полного заряда АКБ, все потребители обеспечены и подстрахованы. А энергия всё не кончается. И собственник дебаркадера решил, что лишнюю можно пустить на нагрев воды в баках-аккумуляторах, чтобы обеспечить ей каюты и другие помещения. Так что продолжение истории следует. ●

Прямое использование геотермальной энергии: всемирный обзор 2020. Часть 2*

В этом материале дан мировой обзор прямого использования геотермальной энергии и обновлены данные предыдущего исследования, проведённого в 2015 году. Сравниваются данные из обзоров Всемирного геотермального конгресса (World Geothermal Congress, WGC) 1995, 2000, 2005, 2010 и 2015 годов. Вторая часть статьи посвящена странам Америки и Западной Европы.

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.



7. Америка 7.1. Центральная Америка и Карибские острова 7.1.1. Коста-Рика

Прямое использование геотермального ресурса ограничено низкотемпературным применением в гостиничных бассейнах, предназначенных для экологического туризма. Местные факторы препятствовали дальнейшему их использованию. За исключением небольших бытовых применений, в настоящее время за пределами Института электричества Коста-Рики (ICE) другого использования не существует. Нет сведений, сколько бассейнов и спа-центров работает в настоящее время по всей стране и каково их индивидуальное потребление, поэтому необходима приближенная оценка соответствующего производства энергии. Расчёт на основе четырёх известных геотермических локаций, распределённых по центральной горной цепи Чили, предполагает, что 1,75 МВт и 35 ТДж/год относятся к бассейнам для купания и плавания [1].

7.1.2. Восточно-Карибские государства

Ни на одном из девяти островов до сих пор геотермальные ресурсы не используются ни для производства электроэнергии, ни для геотермальных теплонасосных систем. Прямое применение ограничено бальнеологией в банях на острове Невис (Nevis), в Рэвин Клэр (Ravine Claire) и Малгретауте (Malgretout) на Сент-Люсии, в нескольких небольших курортах близ Уоттен-Уэйвена (Wotten Waven) на Доминике и недалеко от Пэггис Вим (Peggy's Whim) на острове Гренада (Grenada).

В пляжном комплексе Ванны (Baths) на острове Верджин-Горда (Virgin Gorda) была построена небольшая (размерами около 3×3×1 м) сидячая бетонная конструкция, примыкающая к Чарльстаунскому разлому, с термальной водой температурой около 40 °С. Вода течёт со скоростью, зависящей от времени года и обилия или отсутствия осадков, и изменение температуры между входящими и выходящими потоками составляет 1,5 °С (0,046 МВт и 0,969 ТДж/год).



В Малгретауте вода падает со скалы в небольшой (3×3×1 м) бетонный пруд. Воды переливаются в ручей с изменением температуры притока-оттока около 1,5 °С и при расходе, зависящем от времени года и климатических условий (0,067 МВт и 9,13 ТДж/год).

В Рэвин Клэр, безмянном овраге близ Уоттен-Уэйвена, и у источника, расположенного рядом с Пэггис Вим, бамбуковые трубы подают термальную воду в душевые. Скорость потока зависит от условий засухи/осадков. Изменения температуры притока-оттока не поддаются измерению.

Таким образом, геотермальная энергия прямого использования для купания составляет 0,103 Вт и 2,775 ТДж/год [2].

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).

* Продолжение. Начало см. в журнале СОК №6/2021.

7.1.3. Сальвадор

Для конгрессов WGC 2015 и 2010 не было представлено ни одного отчёта для обновления данных по этой стране. Однако, основываясь на [3], было выявлено, что имеются некоторые разработки в области теплиц, рыбоводства и сушки фруктов. Во время туров по Берлинскому геотермальному месторождению, являющемуся частью вулканического комплекса Берлин-Тесапа (Berlín-Tesapa), предлагаются образцы сушёных ананасов, яблок,

в процессе сушки горячей воды из скважины на Амаитском геотермальном месторождении. Компания производит сублимированные ананасы, манго, бананы, яблоки и перец чили.

По данным WGC 2005 [6], установка для отверждения бетона оценивается в 1,6 МВт и 40,4 ТДж/год, установка для сушки фруктов в 0,5 МВт и 12,1 ТДж/год, а спа-центры в 0,21 МВт и 3,96 ТДж/год [5]. Общая мощность по стране составляет 2,31 МВт и 56,46 ТДж/год.

деятельности. Кроме того, из-за тёплого и влажного климата необходимо охлаждение воздуха на различных объектах, таких как супермаркеты, промышленные предприятия и жилые дома.

В 2014 году Гондурас в сотрудничестве с программой 4E-GIZ разработал проект «Технико-экономическое обоснование разработки низкотемпературных и среднетемпературных геотермальных ресурсов для промышленных процессов» с целью содействия их применению. Были



Geotермальная сушка кофе в городе Перкине (Perquin) [Морасан (Morazán), Сальвадор]



Geotермальная электростанция Geotérmica Platanares SA de CV мощностью 35 МВт в районе Платанарес [муниципалитет Ла-Юнион (La Unión), департамент Копан (Copán), Гондурас], возведённая компанией Ormat Technologies Inc.

кокосов под маркой Geo Fruit или Funda-Geo, которые экспортируются в Европу, в частности, в Германию, и перерабатываются для местного потребления.

Для Сальвадора предлагаются минимальные значения мощности и потреблённой энергии 0,05 МВт и 10 ТДж/год для отопления теплиц и рыбоводства; 1,7 МВт и 21,1 ТДж/год для сушки сельскохозяйственных продуктов и 0,66 МВт и 14,9 ТДж/год для плавательных бассейнов и саун. Итого: 3,36 МВт и 56 ТДж/год [4].

7.1.4. Гватемала

Обновлённые цифры по этой стране не были представлены для WGC 2015 и 2010, поэтому будут использованы данные WGC 2005. Геотермальная энергия в прошлом применялась в медицинских целях, а также в сельском и домашнем хозяйстве. Районы Тотоникапан (Totonicapán), Кесальтенанго (Quetzaltenango) и Амаитиан (Amatitlan) являются популярными туристическими достопримечательностями, известными своими термальными банями и спа-салонами.

Строительная компания Bioteca первой успешно применила геотермальный пар непосредственно для отверждения бетонных изделий [5]. В 1998 году был построен завод по обезвоживанию фруктов Agroindustrias La Laguna с использованием

7.1.5. Гондурас

В стране существует потенциальный рынок для прямого использования геотермальной энергии, особенно для охлаждения воздуха и купания, а также для промышленных тепловых процессов, поскольку в Гондурасе активно развиваются производственная и туристическая сферы

определены потенциальные участки, в частности, в двух северных районах округа в Валье-де-Сула (Sula Valley) и Самбо-Крик (Sambo Creek). Сообщается, что геотермальная вода используется в ряде плавательных бассейнов. Они имеют расчётную установленную мощность 1,933 МВт и энергопотребление 45 ТДж/год [7].



Geotермальная дегидратация фруктов на предприятии Agroindustrias La Laguna в Гватемале

7.2. Северная Америка

7.2.1. Канада

В канадских Западных Кордильерах было обнаружено более 150 термальных источников с температурой выше 10°C. Коммерческая эксплуатация этих природных горячих источников в провинциях Альберта (Alberta), Британская Колумбия (British Columbia) и Юкон (Yukon), а также термальной воды, откачиваемой из глубоких водоносных горизонтов в провинции Саскачеван (Saskatchewan), осуществляется в 13 пунктах для обогрева бассейнов для купания.

Горячие источники сыграли важную роль в раннем развитии туризма в канадских Скалистых горах. Создание первого в Канаде Национального парка Банф (Banff) в 1885 году является результатом спора о праве на разработку горячих источников. Коммерческая эксплуатация горячих источников началась в 1880-х годах, хотя аборигены использовали их в течение нескольких поколений до этого. Европейцы впервые посетили Банф-Хот-Спрингс (Banff) в 1882 году, а первый зарегистрированный визит в Радийум-Хот-Спрингс (Radium) зафиксирован в 1841-м, эти источники расположены на западных склонах Скалистых гор. Строительство бань и гостиниц на горячих источниках Банф, Мьетте (Miette) и Радийум началось, соответственно, в 1886, 1913 и 1914 годах. Оригинальные бани были модифицированы, восстановлены или реконструированы, а бассейны с горячей водой работают до сих пор.

Эксплуатация неглубоких ресурсов для геотермальных тепловых насосов сосредоточена в Южном Онтарио и Квебеке, но установки имеются и по всей стране. В течение нескольких десятилетий в Юконе практиковалось прямое использование геотермальной энергии в горячих бассейнах Тахини (Tahini), расположенных недалеко от столицы Уайтхорс (Whitehorse). В Новой Шотландии (New Scotland) геотермальная вода из заброшенной шахты Спрингхилл используется для обогрева помещений, при этом вода с одного уровня переносится на другой. Аналогичный проект предлагается для рудника Пенобскис (Penobsquis) близ города Сассекс (Sussex) в провинции Нью-Брансуик (New Brunswick), в котором термальная вода будет использоваться для обогрева цветочных теплиц.

В Канаде имеется значительно больше возможностей для прямого использования низкотемпературных источников энергии и для геотермальных тепловых насосов. Прямое использование геотермального тепла в настоящее время огра-



•• Природный геотермальный источник в провинции Альберта, Канада

ничено коммерческими горячими источниками и шахтной водой. Как уже упоминалось выше, в Британской Колумбии было обнаружено 157 горячих источников на территориях провинций Альберта и Юкон и Северо-Западе. Имеется достаточно данных, чтобы охарактеризовать 48 горячих источников, которые имеют расчётную тепловую мощность 250 МВт. Однако из-за сезонных факторов наблюдается вариативность (изменчивость) выхода этих горячих источников, что затрудняет их оценку. В настоящее время 13 природных горячих источников в Западной Канаде коммерциализованы и превращены в купальные, плавательные и бальнеологические сооружения мощностью 8,78 МВт.

Таким образом, прямое использование геотермальной энергии в Канаде оценивается в 8,78 МВт и 277 ТДж/год для купания и плавания, 1822,5 МВт и 14 235 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов, что в общей сложности даёт 1831,28 МВт и 14 512 ТДж/год [8].

7.2.2. Гренландия (Kalaallit Nunaat)

Геотермальные источники с термальной водой температурой более +2°C можно найти по всей Гренландии, однако тёплые (более 10°C) источники наблюдаются редко. Они встречаются главным образом на восточном побережье в ряде мест к северу и югу от Скорсбисунда (Scoresbysund) и на острове Диско (Disko) в Западной Гренландии. За пределами этих регионов известны только два геотермальных источника: на острове Уунарток (Uunartoq) в Южной Гренландии и Икасагтивак (Ikasagtivaq) на юго-восточном побережье близ Аммассалика (Ammassalik).

Гренландский ледяной щит площадью более 1,7 млн км² покрывает около 80% поверхности страны. Считается, что большая её часть и большинство всех горячих источников и геотермальных объектов покрыты льдом. Горячие источники выходят на поверхность вдоль берега севернее и южнее Скорсбисунда. Расстояние между самыми северными и самыми южными участками составляет 350 км.



•• Геотермальный источник на острове Уунарток (Uunartoq), Гренландия



❖ Гренландский геотермальный бассейн на южном побережье острова Диско

Среди них самый тёплый геотермальный источник Гренландии — Унартек (Unartek) на мысе Тобин (Tobin) температурой до 61,8°C. Геотермальная активность известна в ряде мест на южном побережье острова Диско, например, вблизи Кекертарсуака (Qeqertarsuaq) и дальше на севере во Дискофьорде (Diskofjord) и во фьорде Акугдлит [Меллемфьорд (Mellemfjord)]. Ни в одном из этих источников температура не превышает 18°C, а расход воды всегда довольно мал. Тёплые источники в Унартоке и Икасагтивике находятся за пределами базальтовых областей Гренландии. Близ Скорсбисунда и на острове Диско они возникают как отдельные проявления, а не как группа источников. На острове Унарток есть геотермальные источники с температурой 37–38°C, которые сливаются в небольшой бассейн с каменной плотиной — здесь люди принимают ванны уже тысячу лет.

Первые письменные сведения о геотермальных проявлениях и их использовании в Гренландии восходят к средневековому гренландскому описанию Ивара Бардарсона (Ivar Bárðarson), написанному после его пребывания в норвежском поселении около 1300 года н. э. Он упоминает тёплые источники на маленьких островах старого Храфнсфьорда [Hrafnfjörður, Равенсфьорд (Ravensfjord)], ныне известного как остров Унарток (Unartok). Бардарсон также писал о ежегодных колебаниях температуры и лечебных свойствах термальной воды: «На этих островах много тёплой воды. Зимой здесь она такая горячая, что никто этого не переносит, но летом она подходит для купания. Там многие люди получили целостное лечение и хорошее исцеление от болезней».

Археологические исследования выявили руины женского монастыря, построенного рядом с горячими источниками после того, как норвежское население в Гренландии было обращено в христианство около 1000 года н. э. [9].

7.2.3. Мексика

Геотермальная энергия Мексики почти полностью используется для производства электроэнергии. Прямое использование в стране ограничивалось в основном плаванием и принятием ванн с рекреационными и/или терапевтическими целями, несмотря на большое количество термальных проявлений на поверхности.



❖ Геотермальный спа-курорт Las Grutas de Tolantongo в штате Идальго (Hidalgo), Мексика

Было идентифицировано более 1600 мест с низкими и средними температурами, которые можно сгруппировать в более чем 900 геотермальных систем в 26 различных штатах страны. Половина этих систем имеет температуры от 62 до 100°C, 40% — от 100 до 149°C, а остальные 10% с температурой ниже 62°C (5%) или выше 149°C (5%). Геотермальное отопление помещений осуществляется на объекте Федеральной комиссии по электроэнергетике (CFE) геотермального месторождения Лос-Азуфрес (Los Azufres), которое в настоящее время обеспечивает теплом, а также бытовой горячей водой офисы, лаборатории и другие объекты. Сушка продуктов сельского хозяйства обеспечивается дегидратором, установленным на геотермальном месторождении Домо-Сан-Педро (Domo San Pedro), способном

производить до 200 кг сухих фруктов в сутки с использованием геотермального рассола из скважин перед обратной закачкой. Использование геотермальной воды для купания и плавания, включая водолечение, такое же по объёму, как и в 2015 году. Большинство этих объектов, расположенные в 18 штатах Мексики, были разработаны и эксплуатируются частными инвесторами. Незначительная их часть управляется государственными или муниципальными органами власти через туристические офисы или связана с местными владельцами.

Первые геотермальные тепловые насосы (ГНП) были установлены примерно в 2014 году. В настоящее время в штатах Пуэбла (Puebla), Нижняя Калифорния (Baja California) и Мичоакан (Michoacán) в качестве демонстрационных проектов работают 11 блоков общей мощностью 133 кВт. Эти установки были размещены в небольшой школе и поликлинике, в теплицах, в лабораториях, в Политехническом университете в Мехикали (Polytech-



nic University of Baja California, Mexicali) и в Университете Мичоакана (Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo) в Морелии (Morelia). Все эти агрегаты скомпонованы как вертикальным, так и горизонтальным расположением.

Таким образом, в этой стране на поверхность выходит около 15 721 тонны геотермальных вод в час, из которых 13 442 тонны используются непосредственно, а установленная мощность составляет чуть более 156 МВт. Итого для Мексики: 0,115 МВт и 3,627 ТДж/год применяется для индивидуального отопления помещений; 0,518 МВт и 13,23 ТДж/год для сушки; 155,347 МВт и 4166,512 ТДж/год для купания и плавания и 0,133 МВт и примерно 0,52 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов. В общей сложности: 156,114 МВт и 4183,89 ТДж/год [10].



•• Природные термальные ванны спа-курорта Travertine Hot Springs в штате Калифорния, США

7.2.4. Соединённые Штаты Америки

Геотермальная энергия в США используется как для производства электроэнергии, так и для использования непосредственно. Прямое использование геотермальной энергии включает в себя обогрев бассейнов и спа-центров, тепличных объектов и аквакультуры, отопления и централизованного теплоснабжения, сушки сельхозпродуктов, промышленного применения, плавления снега и геотермальных (грунтовых) тепловых насосов (Geothermal Heat Pump, GHP). Самое крупное применение — это GHP, на долю которых приходится 98% установленной мощности и 95% годового потребления энергии, а следующие по величине области применения — рыбоводство, купание и плавание, а также индивидуальное отопление помещений. Прямое использование (без геотермальных тепловых насосов) оставалось почти неизменным в течение последних десяти лет, хотя и несколько уменьшалось в течение последних пяти лет. Однако GHP внедряются с ежегодным темпом роста 3,71%, при этом устанавливается 1,68 млн единиц (мощностью 12 кВт), что ниже темпов роста (8%) в 2010–2015 годах. Примерно 40% установок предназначены для использования в жилом секторе, а остальные 60% — для институционального и коммерческого использования. В последнем примерно 90% установок замкнутого цикла (грунтовые), а остальные — разомкнутые (с водным источником). В жилом секторе из замкнутых систем примерно 30% являются вертикальными, а 70% — горизонтальными, причём последние дешевле. В институциональном и коммерческом секторах примерно 90% являются вертикальными, а 10% — горизонтальными, что объясняется ограниченностью земельной пло-

щади в городских районах. Около 90% установок GHP находятся в восточных, среднезападных и южных штатах, в западных штатах установлено всего около 10%. Самая большая система находится в Государственном университете Болл (Ball State University) в штате Индиана, где в 2012 году было установлено 3600 вертикальных контуров. Система обогревает и охлаждает 47 зданий, а также заменила четыре старых угольных котла. Она подаёт холодную воду температурой 6°C для охлаждения и горячую воду температурой 66°C для отопления с годовой экономией в размере \$2 млн.

За последние пять лет не добавилось никаких значительных новых объектов, за исключением нескольких геотермаль-



•• Гейзер «Старый верный» (Old Faithful) в Йеллоустонском национальном парке, США



ных скважин, пробуренных и введённых в эксплуатацию в жилых районах города Клама-Фолс (Klamath Falls) и других поселениях. При рассмотрении видов прямого использования без геотермальных тепловых насосов распределение годового потребления энергии [ТДж/год] располагается в следующем порядке: 30,5% для рыбоводства; 29,3% для купален и бассейнов; 14,6% для индивидуального отопления помещений; 13,1% для централизованного отопления; 9,9% для отопления теплиц; 1,3% для сушки сельскохозяйственных культур; 0,8% для животноводства; 0,3% для плавления снега и 0,2% для промышленных целей.

Все пять штатов сообщают об использовании геотермальных тепловых насосов, причём большинство установок расположено в среднезападных и восточных штатах. В общей сложности 21 штат регистрирует проекты непосредственного использования геотермальной энергии, из них 100% сообщают о применении для купания, 14 штатов сообщают об индивидуальном отоплении помещений, десять — о рыбоводстве, девять — о тепличном обогреве, восемь — о централизованном отоплении и шесть штатов сообщают о промышленных применениях, в том числе о сушке сельскохозяйственных культур и плавлении снега.

Штаты с наибольшим использованием, как с точки зрения установленной мощности [МВт], так и с точки зрения годового потребления [ТДж], — это Айдахо, Калифорния и Орегон. Мощность и потребительская стоимость снизились с 2005 по 2015 годы примерно на 25–28%, главным образом из-за меньшей финансовой поддержки от администрации штатов и федерального правительства, а также из-за высоких первоначальных затрат на установку этих систем.

Таким образом, общие показатели прямого использования в Соединённых Штатах таковы: 89,43 МВт и 1073,2 ТДж/год для индивидуального отопления помещений; для централизованного теплоснабжения — 89,6 МВт и 958,3 ТДж/год; 79,78 МВт и 730,2 ТДж/год для теплиц; 122,13 МВт и 2241,9 ТДж/год для рыбоводства; 2,34 МВт и 59 ТДж/год для животноводства (в категории «другие»); 6,45 МВт и 97,5 ТДж/год для сушки сельхозпродуктов; 0,9 МВт и 17,6 ТДж/год для промышленного применения; 2,06 МВт и 18,6 ТДж/год для плавления снега; 89,85 МВт и 2153,2 ТДж/год для плавательных бассейнов и бань и 2023 МВт и 14 546 ТДж/год для GHP. В общей сложности это 20 712 МВт и 15 281 ТДж/год с КИУМ = 0,23 [11].



⚡ Геотермальный бассейн на склоне Анд на горнолыжном курорте парка Копауэ, Аргентина

7.3. Южная Америка

7.3.1. Аргентина

Страна продолжает разрабатывать как высокоэнтальпийные, так и низкоэнтальпийные геотермальные ресурсы, в последнее время в новых термальных районах, связанных с осадочными бассейнами [12]. Это позволило развивать лечебно-оздоровительные комплексы, создающие новые источники дохода для региона.

В десяти районах, включая провинции Кордова (Cordova), Корриентес (Corrientes), Мисьонес (Misiones) и Буэнос-Айрес (Buenos Aires), были разработаны и запущены в производство ряд проектов по непосредственному использованию низкоэнтальпийных ресурсов. Лечебно-рекреационные комплексы расположены в регионах Месопотамия (Mesopotamia) и Пампа-Хумеда (Pampa Húmeda).

Проект плавления снега с использованием геотермального пара рассчитан для того, чтобы горнолыжный курорт в национальном парке Копауэ (Cordaba) в Андах оставался открытым всю зиму.

Сообщается, что в общей сложности 66 объектов непосредственно используют геотермальную воду, температура которой находится в пределах от 23 до 65 °С. На восьми участках осуществляется индивидуальный обогрев помещений, на одном — обогрев теплиц, на двух — разведение рыбы, ещё на одном — плавление снега и 61 объект пользуется термальной водой для купания и плавания. Многие из этих площадей практикуют комбинированное применение воды. Об использовании геотермальных тепловых насосов не сообщается.

Таким образом, 22,4 МВт и 50 ТДж/год идут на индивидуальное отопление помещений; 21,48 МВт и 40,1 ТДж/год на отоп-

ление теплиц; 7,03 МВт и 13,1 ТДж/год используется для рыбоводства; 1,36 МВт и 31,6 ТДж/год для плавления снега, 137,21 МВт и 1029,63 ТДж/год для купален и бассейнов и 15,3 МВт и 44,64 ТДж/год для других целей (в частности, животноводства). В общей сложности это составляет 204,78 МВт и 1209,07 ТДж/год [12].

7.3.2. Боливия

В докладе по Боливии [13] не было представлено обновлённой информации, однако фотографии горячих источников в Альтиплано (Altiplano) в Андах и других имеются в Интернете. Показан горячий источник Термас-де-Польг (Termas de Polgues) на плато Уюни (Uyuni), где есть баня и бассейн с бетонным покрытием.

Оценочные расчёты, сделанные Джоном Лундом для Боливии, дают 1 МВт и 20 ТДж/год для купания и плавания.



⚡ Горячий источник Урмири (Urmiri), Боливии

7.3.3. Бразилия

Были проведены исследования низко-температурной геотермальной энергии, также обозначаемой как «неглубокая геотермальная энергия» (Shallow Geothermal Energy, SGE), используемой для целей кондиционирования воздуха, включая геотермальные тепловые насосы. Первая геотермальная система с очень низкой температурой была внедрена в 1996 году в штате Рио-де-Жанейро (Rio de Janeiro) для обеспечения потребностей дома в отоплении и охлаждении.

С тех пор университетами и компаниями было проведено более 15 исследований, показавших его техническую жизнеспособность, и были построены ещё два предприятия. Самое крупное из них — геотермальная установка с использованием морской воды, построенная в Рио-де-Жанейро в 2015 году и обеспечивающая охлаждение воздуха в «Музее завтрашнего дня», а другая геотермальная теплонасосная система установлена в фермерском доме в штате Парана (Parana).



⚡ Установка для определения тепловых свойств грунта на заводе Coca-Cola в Андах

Всего было выявлено 42 объекта прямого использования, большинство из которых предназначены для купания и плавания. Два участка идентифицированы как использующие геотермальную энергию для производства технологического тепла и один для рыбоводства, а также существует некоторое количество кондиционеров воздуха и геотермальных тепловых насосов, для которых ежегодное потребление энергии ещё надо оценить. Подводя итог, можно привести следующие цифры: 2,3 МВт и 40 ТДж/год (оценка) используется для кондиционирования воздуха; 1 МВт и 2 ТДж/год для разведения рыбы; 4,2 МВт и 77 ТДж/год для промышленных процессов нагрева; 355,9 МВт и 6545,4 ТДж/год для купания и плавания и 0,05 МВт и примерно 0,3 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов. В общей сложности это составляет 363,45 МВт и 6682,7 ТДж/год [14].

7.3.4. Чили

Как и в других странах, лежащих в ареале горного комплекса Анд, чилийские геотермальные ресурсы традиционно использовались в рекреационных и туристических целях. По всей стране разбросано множество термальных источников и курортов, часть из которых оснащена сложной туристической инфраструктурой, а другие всё ещё довольно просты.

Большинство этих термальных источников используют термальную воду только для купания и плавания. Единственные два места, использующие геотермальную энергию для отопления коттеджей или гостиниц, — это термальный центр «Армада Ликинь» (Armada Liquiñe) в регионе Лос-Риос (Los Rios) и «Пууюапи Лодж» (Puuhuari Lodge) в регионе



насосы, главным образом, из-за их высокой эффективности. Два пилотных проекта на юге Чили (Айсен) направлены на то, чтобы показать преимущества прямого использования геотермальной энергии. Одна из них — геотермальная теплица в Пуэрто-Айсене (Puerto Aysén), где экстремальные погодные условия не давали вырастить урожай зимой. С помощью новой системы работники теплиц могут выращивать и собирать урожай круглый год.



•• Геотермальные ванны в Национальном парке Вильяррика Сур (Villarrica Sur), Чили

Айсен (Aysén). В большинстве случаев термальная вода собирается из природных горячих источников, а затем подаётся по трубам в здания и бассейны. Только очень немногие курорты имеют неглубокие скважины, пробуренные для извлечения горячей воды. Использование геотермальных тепловых насосов в Чили началось в 1996 году. Имеется 29 проектов с использованием геотермальных тепловых насосов, в основном в столичном регионе и Био-Био (Bio-Bio). Преобладают установки, использующие водные источники (колодезная или озёрная вода) и горизонтальные системы замкнутого контура, но сообщалось также о некоторых вертикальных системах замкнутого контура, а также об одной системе замкнутого контура с использованием пруда.

Два примера — государственные больницы в городах Ранкагуа (Rancagua) и Талька (Talca). Наконец, известны различные технологические применения при выращивании аквакультуры, в теплицах и винодельческой промышленности. Там использовались геотермальные тепловые

и потреблении 14,68 МВт и 228,91 ТДж/год, что включает в себя два участка с обогревом помещений (цифры отсутствуют). Сообщается об использовании геотермальных тепловых насосов (ГНП) в 61 локации с мощностью 7,934 МВт, однако мало кто приводит данные в ТДж/год. Оценочные расчёты дают значение 50 ТДж/год с типичным для ГНП коэффициентом мощности 0,2. В целом для страны это составляет 22,61 МВт и, по приблизительным оценкам, 278,91 ТДж/год при коэффициенте использования установленной мощности 0,39 [15].

7.3.5. Колумбия

В основе использования геотермальных ресурсов лежат горячие источники, оборудованные для принятия ванн и плавания в 39 населённых пунктах. Первый тепловой насос для охлаждения был установлен в промышленном парке в Токансипе (Tocancipá), в 40 км к северу от столицы Боготы (Bogotá). Тепловой насос работает полный рабочий день и охлаждает помещение объёмом 90 м³ до -10°C. Изменение температуры в циркулирующей подземной воде при 2500 л/ч составляет 6°C, повышаясь с 15°C до 21°C. Три вертикальные скважины глубиной две по 70 м и одна 80 м поддерживают тепловой насос. Это был первый геотермальный проект, стимулированный законом 1715 года, и принятый постановлением Национального агентства по экологическим лицензиям Колумбии (ANLA) в 2018 году. Данные об использовании геотермальных тепловых насосов отсутствуют, поэтому 1 МВт и 20 ТДж/год рассчитаны для одной локации. Прямое использование геотермальных источников ограничено 39 пунктами, оборудованными для купания и плавания, при 18 МВт и 300 ТДж/год. Суммарное использование составляет 20 МВт и 340 ТДж/год [16].

Другой проект — система отопления для государственной школы в городе Койайке (Coyhaique), известном как одно из самых загрязнённых поселений Южной Америки из-за древесного отопления.

Итак, геотермальная энергия напрямую используется для ванн и бассейнов в 29 местах при установленной мощности



•• Термальный источник в регионе Санта-Роза-дель-Кабаль (Santa Rosa de Cabal), Колумбия

7.3.6. Эквадор

До 2019 года геотермальные ресурсы применялись для купальных курортов, бальнеологии и бассейнов. Имеется краткая информация о 22 таких локациях со значениями общей установленной мощности 5,157 МВт и годовой выработки энергии 102,401 ТДж/год, неизменные с момента последнего обновления данных. Тем не менее, Национальный институт геологических и энергетических исследований (PIGE), отвечающий за разработку низкотемпературных геотермальных ресурсов, приступил к строительству первой теплицы, работающей на GHP с горизонтальным контуром. На месте был проведён тест теплоотдачи грунта для определения точных значений теплопроводности, диффузионной способности грунта и объёмной теплоёмкости. Тепло будет извлекаться из шести гибких горизонтальных контуров и ещё одного горизонтального контура на глубине 2 м при средней температуре 17,5°C. Тепловой насос будет подавать тёплый воздух внутрь теплицы с помощью вентиляторов, когда температура окружающей среды упадёт ниже 12°C. Внутри теплицы также будет установлена современная система управления, которая открывает и закрывает боковые окна, чтобы поддерживать оптимальные условия в течение всего дня. GHP обеспечит по расчётам 0,044 МВт и 1,06 ТДж/год, в общей сложности для страны 5,201 МВт и 103,461 ТДж/год [17].

7.3.7. Перу

Самые древние свидетельства об использовании геотермального тепла в Перу относятся к доинкскому и инкскому периодам. Эти народы использовали термаль-



:: Геотермальные бассейны Санта-Аква (Santa Aqua), Эквадор

ную воду в лечебных и рекреационных целях. Самый старый и известный объект — Баньос-дель-Инка (Baños del Inca) в Кахамарке (Cajamarca), в котором инки во времена правителя Атауальпа принимали ванны для расслабления и восстановления. Доинкская культура Кашамарки (Cajamarca) построила город недалеко от горячих источников, позже известный как Баньос-дель-Инка, в то время состоявший из зданий, которые были одной из главных резиденций вождей Кашамарки. Вожди использовали горячие источники для исцеления и обрядов поклонения. После того как инки завоевали культуру Кашамарки, район горячих источников стал важной резиденцией вождей инков. В настоящее время геотермальные ресурсы рядом с популярными достопримечательностями традиционно используются в рекреационных и туристических целях.

В таких местах, как Баньос-дель-Инка в Кахамарке, Кальехон-де-Уайлас (Callejón de Huaylas) в Уарасе (Huaraz), Чурин (Churín) в Лиме (Lima), Калера (Calera) в регионе Арекипа (Arequipa) и городе Агуас-Кальентес (Aguas Calientes) в Куско (Cusco), по-прежнему ограничиваются развлечениями и бальнеологией. Использование геотермальных источников в сфере бальнеологии в Перу расширилось, начиная с использования традиционных методов и заканчивая строительством отелей, расположенных в Куско (город Агуас-Кальентес) и Арекипе [Каньон Колка (Colca Canyon)]. По состоянию на 2019 год было выдано 59 разрешений на использование геотермальных источников в туристических целях, главным образом в регионах Арекипа и Кахамарка.

Большинство горячих источников Перу находятся в Кахамарке, Куско, Анкаше (Ancash), Лиме и Арекипа-Мокегуа-и-Такна (Arequipa Moquegua y Tarma). Кахамарка — это регион, который в наибольшей степени пользуется своими горячими источниками для обслуживания гостей в оздоровительных целях. Перу не имеет официальной оценки прямого использования для бальнеотерапии, поэтому, исходя из расчётов WGC 2015, установленная мощность составляет 3 МВт, а потребление энергии — 61 ТДж/год [18].

7.3.8. Венесуэла

Для WGC 2020 или 2015 не было представлено ни одного отчёта об использовании геотермальных ресурсов. Последние данные 2014 года показывают, что с 2005 года никаких изменений не произошло. Таким образом, для нескольких небольших геотермальных курортов, находящихся в эксплуатации, приведены цифры 0,7 МВт и 14 ТДж/год [6].



:: Легендарные древние Баньос-дель-Инка (Baños del Inca) в провинции Кахамарка, Перу



Термальный комплекс Aqua Dome в городе Лангенфельде (Längenfeld) в Тироле, Австрия

8. Западная и Северная Европа

8.1. Австрия

Геотермальная система централизованного теплоснабжения (GDH) представляет собой наиболее важный тип использования геотермальной энергии в Австрии. В настоящее время на территории Верхнеавстрийского молассового бассейна действуют семь таких проектов, и ещё два — в Штирийском бассейне. Два из них также имеют дополнительные применения: в муниципалитете Гейнберг (Geinberg) — для бальнеологии и теплиц, и в городе Альтхайм (Altheim) в Южной Австрии — для производства электроэнергии. По состоянию на 2018 год геотермальная центральная и локальная схемы отопления в городах Рид-им-Иннкрайс (Ried im Innkreis) и Мернбах (Mehrnbach) снабжали 2258 квартир, 169 домов и 97 коммерческих объектов. Протяжённость сети составила 35,3 км. Также были разработаны планы создания геотермальных сетей или интеграции геотермальной энергии в существующие схемы Вены и Зальцбурга.

Бальнеологическое применение термальной воды имеет очень давнюю историю в Австрии, восходящую к римским временам в трёх зонах, использующих природные тёплые источники с температурой воды до 47°C. В настоящее время в Австрии действуют 27 спа-центров. Однако число их посетителей, хотя и относительно высокое (9,4 млн в 2018 году), не меняется уже много лет. Одним из таких примеров является объект в Бад-Вальтерсдорфе (Bad Waltersdorf), в Штирийском бассейне. Бад-Вальтерсдорф был первым геотермальным проектом в Австрии в конце 1980-х годов и в настоящее время использует многоступенчатый каскад с участием тепловых насосов. Геотермальный проект в Бад-Блюмау (Bad

Blumau) включает в себя централизованное теплоснабжение, установку с циклом Ренкина, бальнеологическое применение и сжижение CO₂. Геотермальное отопление теплиц началось в 2016 году. Выращиваются такие овощи, как помидоры, перец и огурцы, которые имеют большой спрос, что снижает потребность в импортных овощах, особенно зимой.



Люксовый геотермальный курорт Шато-де-Терм (Château des Thermes), Бельгия

Водяные («вода-вода») тепловые насосы играют значительную роль в энергоснабжении больших зданий, особенно для всё более важной цели охлаждения. Это результат изменения климата, а также чрезмерного использования стеклянных фасадов в архитектуре. Охлаждение тепловыми насосами приводит к значительному прогреву неглубоких грунтовых вод, что особенно заметно в районах с высокой концентрацией проектов GHP. Одним из примеров является город Грац (Graz), второй по величине город Австрии с населением почти 290 тыс. человек. Общий лицензионный циркуляцион-

ный объём всех установок в Граце составляет порядка 230 л/с. В последние годы наблюдается общее потепление грунтовых вод примерно на 2°C.

Таким образом, в итоге: 61,79 МВт и 1517,18 ТДж/год расходуется на централизованное теплоснабжение; 21,9 МВт и 501,68 ТДж/год на отопления теплиц; 412,09 МВт и 316,35 ТДж/год на бассейны и ванны; 1 ГВт и 6309 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов. Это составляет суммарно 1095,78 МВт и 8644,21 ТДж/год [19].

8.2. Бельгия

В целом использование геотермальной энергии в течение последних десяти лет в Бельгии растёт медленно, в основном внедряются геотермальные тепловые насосы (GHP). Скважины Сен-Гислен (Saint-Ghislain) и Дуврен (Douvrain) добывают геотермальную воду для тепловых сетей с 1985 года. Она идёт на отопление общественных зданий, таких как больницы, школы и бассейны, а также нескольких сотен жилых домов. В конечном счёте остаточное тепло из сети Сен-Гислен направляется на водоочистную станцию Васмюэль (Wasmuël) для стимулирования

процессов ферментации. После периода нестабильного развития неглубоких геотермальных энергетических систем (SGE) в 2014–2017 годы в Бельгии теперь можно наблюдать явное оживление. Во Фландрии это в основном связано с ужесточением требований к зданиям, которым присвоен уровень энергоэффективности E, и обязательством производить не менее 15 кВт·ч/м² возобновляемой энергии. Это также поощряется в Брюсселе, где строительство «пассивных» зданий (Passive House) является обязательным с 2015 года, а потребность в тепле не должна превышать 15 кВт·ч/м².



❖ **Централизованное геотермальное отопление в Копенгагене обеспечит европейский коммунальный концерн E.ON, который еще в 2017 году приобрёл контрольный пакет акций Geothermal Operating Co. (GEOOP), ведущей датской компании по разработке геотермальных систем**

В результате произошёл резкий рост использования тепловых насосов. Хотя системы «воздух-вода» имеют преимущество, геотермальных тепловых насосов устанавливается всё больше. Это также поощряется в районе Брюсселя.

В целом, в Бельгии есть четыре системы централизованного теплоснабжения с установленной мощностью 19,978 МВт и 411,27 ТДж/год, и геотермальные теплонасосные системы с 284,622 МВт и 1027,501 ТДж/год. В других целях потребляется 1,12 МВт и 28,73 ТДж/год, а в общей сложности это составляет 305,72 МВт и 1467,501 ТДж/год [20].

8.3. Дания

В настоящее время в Дании действуют три геотермальные станции централизованного теплоснабжения, а ещё несколько находятся на стадии планирования. Все геотермальные установки используют абсорбционные тепловые насосы для производства тепла. Абсорбционные тепловые насосы работают бесплатно до тех пор, пока другие производители тепла, такие как котлы, работающие на биомассе, могут поставлять не менее 160 °С, снижая уровень затрат на централизованное теплоснабжение. Кроме того, все геотермальные установки используют концепцию дуплета: тёплая пластовая вода закачивается на поверхность из добывающей скважины без стимуляции геотермального коллектора. После того как тепло извлекается и подаётся в систему централизованного теплоснабжения, охлаждённая вода возвращается в коллектор через нагнетательную скважину (скважины).

В городе Тистеде (Thisted) добывающая скважина извлекает тёплую воду с температурой около 44 °С из пластов геологи-

ческой формации Гассум (Gassum) с глубины 1250 м, где вода имеет минерализацию 15%. Установка производит до 7 МВт мощности при расходе 200 м³/ч геотермальной воды, и передача 10 МВт тепла в сеть централизованного теплоснабжения осуществляется путём теплообмена и через абсорбционные тепловые насосы, приводимые в действие преимущественно теплом из котла на биомассе.



❖ **Полуостров Маргретехольм, Дания**

В городе Сеннерборге (Sønderborg) добывающая скважина выводит тёплую воду (48 °С) из газового пласта с глубины 1,2 км, где солёность воды составляет 15%. Установка рассчитана на выработку до 12 МВт мощности при подаче 350 м³/ч геотермальной воды с использованием абсорбционных насосов, приводимых в действие продуктами разложения биомассы.

На полуострове Маргретехольм (Margretheholm, район Копенгагена) эксплуатируется геотермальный коллектор в песчаниковой геологической формации Бантер (Bunter) на глубине 2,6 км, где доступна минерализованная (19%) геотермальная вода с температурой около 74 °С. Установка рассчитана на извлечение 14 МВт тепла из 235 м³/ч геотермальной воды и передача 27 МВт тепла в сеть центрального теплоснабжения путём теплообмена и через три абсорбционных тепловых насоса, приводимых в действие паром мощностью 14 МВт, главным образом от ТЭЦ на древесных гранулах. Скважины с замкнутым контуром глубиной около 150 м также используются для бытового отопления одиночных домов, для небольших коллективных сетей и для отопления больших офисных зданий. Централизованные тепловые станции обеспечивают 33 МВт и 355 ТДж/год.

Количество наземных тепловых насосов, извлекающих «неглубокое» геотермальное тепло, оценивается в 40 тыс. единиц с установленной мощностью 751 МВт при энергопотреблении 4023 ТДж/год. Кроме того, для охлаждения требуется примерно 1 МВт и 2 ТДж/год. Таким образом, общая мощность по стране составляет 752 МВт и 4025 ТДж/год [21, 22].

8.4. Фарерские острова

Использование геотермальной энергии является довольно новым явлением на Фарерах, но за последние десять лет было пробурено более 300 неглубоких геотермальных скважин для добычи подземного тепла для частных домохозяйств. Эти скважины дали ценную информацию о вариациях геотермального градиента и ресурсах подземных вод в недрах Фарерских островов. Информация по скважинам в этом районе была очень скудной, но с 2019 года Фарерская геологическая служба (FGS) активно занимается сбором параметров и каротажем во всех вновь пробуренных скважинах. Похоже, что скважинные данные в Коллафьёрдуре (Kollafjørður) и Вестманне (Vestmanna) вместе с более старыми сведениями о тёплых источниках по всей стране вызвали общественный и политический интерес к геотермальным и другим возобновляемым источникам энергии, который, как мы надеемся, будет расширяться.

В настоящее время для обогрева помещений на островах используется только 304 геотермальных тепловых насоса (GHP). Общие показатели для них составляют 3,66 МВт и 20 ТДж/год при коэффициенте использования установленной мощности (Capacity Factor) CF = 0,17 [23].



•• Сейсмический мониторинг для геотермальной разведки в городе Эспоо (Espoo), Финляндия

8.5. Финляндия

Из Финляндии не было представлено ни одного отчёта с обновлением данных ни для WGC 2020, ни для WGC 2015, но доступны данные Европейских геотермальных конгрессов в 2013 и 2019 годах [24]. Отопление помещений обеспечивается 900 тыс. тепловыми насосами, установленными по всей стране, из которых 140 тыс. являются тепловыми насосами с геотермальными или наземными источниками. Тепловые насосы с воздушным источником были наиболее популярны из-за стоимости, однако половина новых домов использует грунтовые тепловые насосы (Ground Source Heat Pumps, GSHP) для отопления и охлаждения. Всё большее число крупных зданий, школ, многоквартирных домов, торговых центров, рынков, больниц и церквей предпочитают GHP для отопления и особенно для охлаждения. Многоквартирные дома в городах переходят от систем централизованного теплоснабжения к мелким индивидуальным геотермальным системам. Самая крупная установка GHP находится в логистическом центре в южной части страны. Здесь в двух отдельных зданиях используются 150+ скважинных теплообменников с замкнутым контуром (ВНЕ) глубиной 300 м каждый (всего 9 км).

В Финляндии используются только ВНЕ-системы с замкнутым контуром с жидкостью на основе этанола, циркулирующей в теплообменниках. Обычно это одинарная или двойная U-образная труба диаметром 32–40 мм, глубиной 15–300 м, но может достигать и до 400–600 м с расстоянием около 20 м. Также применяется накопление тепловой энергии летом, когда тепло хранится под землёй для использования зимой. Правительственная цель на 2020 год теперь равна 8 ТВт·ч, что составляет около 10% энергии, необходимой для отопления домов. Геотермальные

тепловые насосы производят около 8–9% от общего потребления тепла жилыми помещениями (70–80 ТВт·ч).

Таким образом, оценочная величина использования геотермальной энергии составляет 2,3 ГВт и 23 400 ТДж/год [24].



•• Высотный термальный курорт «План Фази» (Le Plan de Phazy) в Верхних Альпах, Франция

8.6. Франция

Прямое использование геотермального тепла довольно хорошо развито во Франции. Парижский бассейн вмещает пять крупных водоносных горизонтов, включая Доггер (Dogger), который имеет самое большое количество низкоэнергетических геотермальных объектов в мире, с 46 установками, обеспечивающими геотермальной энергией примерно 6–7% от общей численности населения в 11 млн человек. Использование геотермальной энергии ограничено отоплением и охлаждением. Скважины в окрестностях Парижа позволяют нагревать и производить соответствующую нормам горячую воду примерно для 4000–6000 корпусов. Только четыре новых двойных геотермальных дуплета были созданы с нуля за последние три года, два из которых задействованы в водоносном горизонте Доггера.

Централизованные тепловые сети во Франции, обслуживаемые геотермальными ресурсами Доггера, эксплуатируются в основном частными фирмами, но также и местными государственно-частными предприятиями. Самая старая из этих установок находится в Мелен-л'Альмон (Melun-l'Almont), введённая в эксплуатацию в 1969 году. В последнее время альбийские (Albian) и неокомские (Neocomian) водоносные горизонты используются для геотермального централизованного отопления и охлаждения, но с большими тепловыми насосами, и для маломасштабных проектов в области обеспечения жилых объектов. В настоящее время существует шесть двойных блоков, использующих этот ресурс.

Базирующийся на основе технологии Enhanced Geothermal System (EGS), ещё один проект глубоководной геотермальной энергетики в Риттерсхоффене (Rittershoffen) в северной части Эльзаса (Alsace) был введён в эксплуатацию в 2016 году. Эта

тепловая установка, расположенная менее чем в 10 км от города Сульца (Soultz) в долине Рейна, была спроектирована для промышленных нужд биоперерабатывающего завода.

Имея установленную тепловую мощность 24 МВт, данная геотермальная установка обеспечивает перегретой жидкостью сельскохозяйственные предприятия в режиме 24 часа в сутки семь дней в неделю, покрывая 25% их энергетических потребностей, причём всё это — с низким воздействием на окружающую среду.

Распределение различных типов теплообменников во Франции следующее: 5% разомкнутого контура для одиночных жилых домов, 25% разомкнутого контура на основе воды для коллективного пользования, 25% индивидуальных вертикальных теплообменников и 45% коллективных вертикальных теплообменников.



❖ Люксовый термальный курорт Caracalla Spa в городе Баден Баден (Baden-Baden), Германия

Для частных жилых комплексов распределение вертикальных теплообменников составляет 40 % для новых и 60 % для переоборудованных жилых помещений. Для объединённых установок он составляет 55 % и 45 %, соответственно.

Таким образом, во Франции насчитывается 72 пункта, использующих геотермальную энергию напрямую для отопления с 174 тыс. геотермальными тепловыми насосами в частных домах (98 %) и многоквартирных зданиях (2 %). Для индивидуального отопления помещений используется 0,6 МВт и 15,5 ТДж/год; централизованного теплоснабжения 509,4 МВт и 5109,4 ТДж/год; отопления теплиц 8,6 МВт и 100,8 ТДж/год; рыбоводства 9,4 МВт и 204,3 ТДж/год; сушки сельхозпродуктов 24 МВт и 691,2 ТДж/год; бальнеологических объектов и плавательных бассейнов 20,5 МВт и 187,2 ТДж/год; других целей 10 МВт и 92,3 ТДж/год и геотермальных тепловых насосов 2015 МВт и 10 879 ТДж/год. В общей сложности это составляет 2597,6 МВт и 17 279,6 ТДж/год [25].

8.7. Германия

Из-за благоприятных геологических условий геотермальные системы центрального отопления и электрические станции расположены в основном в молассовом бассейне на юге Германии, в Северогерманском бассейне или вдоль Верхнего Рейнского грабена. Помимо установок, использующих «глубокую» геотермальную энергию, для отопления и охлаждения индивидуальных жилых домов и офисных зданий используются многочисленные малые и средние децентрализованные геотермальные теплонасосные установки. В конце 2018 года в Германии успешно работали 382 тыс. геотермальных тепловых насосов, которые поставляли возобновляемое тепло в основном в жилые здания. Термальные курорты являются наиболее распространённой формой использования глубинного геотермального тепла. Однако число крупных централизованных тепловых станций постоянно растёт. В настоящее время на их долю приходится около 68 % производства глубинного геотермального тепла,

и их число увеличивается. Помимо утилизации глубинной геотермальной энергии, большую часть геотермального тепла в Германии поставляют многочисленные геотермальные тепловые насосы для отопления и охлаждения офисных зданий и частных домов.

В Германии распространёнными геотермальными установками прямого использования являются централизованные тепловые станции или комбинированные теплоэлектростанции (CHP), термальные курорты и отопление помещений. В настоящее время эксплуатируется около 190 геотермальных установок такого типа. В Германии работают пять глубоких скважинных теплообменников: Арнсберг (Arnsberg) общей глубиной 2835 м для спа-курортов; Пренцлау (Prenzlau, 2786 м) используется для централизованного теплоснабжения; Хойбах (Heubach, 773 м), обеспечивающий теплом промышленные предприятия; Ландау (Landau, 800 м) для отопления помещений и Марл (Marl, 700 м) для местного отопления. Таким образом, наибольшая доля геотермальных мощностей приходится на 26 централизованных тепловых и комбинированных теплоэлектростанций.

Кроме того, использование тёплой шахтной воды становится всё более распространённым. В период с 2008 по 2015 годы показатели продаж всех тепловых насосов оставались на относительно постоянном уровне (50–60 тыс. экземпляров в год), затем продажи выросли и достигли самого высокого уровня — 84 тыс. единиц, проданных в 2018 году. За те же периоды времени доля рынка геотермальных тепловых насосов снизилась с более 50 % до менее 30 % в 2018 году, при этом было продано около 23,5 тыс. геотермальных тепловых насосов.

Таким образом, в Германии (ФРГ) насчитывается 382 тыс. единиц геотермальных тепловых насосов (средней мощностью 11,5 кВт), что составляет 1,62 % потребности жилых домов в тепле. Это крупнейшие потребители геотермальной энергии, за ними следует централизованное теплоснабжение в 26 городах, а также лечебные объекты и бассейны.

Различные виды использования геотермальной энергии распределяются следующим образом: 3,34 МВт и 35,21 ТДж/год для индивидуального отопления помещений; 346,2 МВт и 3634,87 ТДж/год на услуги централизованного теплоснабжения; 56,8 МВт и 1708,56 ТДж/год для ванн и бассейнов и 4400 МВт и 2376 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов, что даёт в целом для Германии 4806,3 МВт и 29 138,6 ТДж/год [26].



❖ Термальный курорт Бад Заров (Bad Saarow) неподалёку от Берлина, Германия



Geothermal «Комариное озеро» Миватн (Muvatn) — одно из сокровищ Исландии

8.8. Исландия

В потреблении геотермальной энергии в Исландии преобладает прямое использование, в частности, для отопления помещений. Первопроходцем был фермер из Судур-Рейкира (Sudur-Reykir) близ Рейкьявика (Reykjavík), который в 1908 году начал использовать геотермальную воду для отопления своего дома, транспортируя воду из горячего источника по трубопроводу на расстояние около 500 м. Крупномасштабное использование геотермальной энергии для отопления помещений началось в 1930 году с монтажа трубопровода длиной 3 км, подающего воду из горячих источников Лаугардалур (Laugardalur) в Рейкьявике. Некоторые официальные здания и около 70 частных домов получали горячую воду из геотермальных скважин, расположенных недалеко от старых термальных источников в Рейкьявике.

Официальное учреждение Централизованного теплоснабжения Рейкьявика (ныне компания Reykjavík Energy) состоялось в 1946 году. Доля геотермальной энергии возросла с 43% в 1970 году до нынешнего уровня около 90%. В городах и поселениях страны эксплуатируется около 30 отдельных геотермальных систем централизованного теплоснабжения, а также около 200 небольших систем в сельской местности. Эти небольшие системы поставляют горячую воду отдельным фермам или группам ферм, а также летним домам, теплицам и другим потребителям. Reykjavík Energy использует низкотемпературные площади внутри и в окрестностях Рейкьявика, а также высокотемпературные месторождения в Несьявеллире (Nesjavellir), примерно в 27 км от столицы, с 1990 года, и в Хеллишейди (Hellisheidi) — с 2010 года. В этих населён-

ных пунктах холодные грунтовые воды нагреваются на когенерационных электростанциях. Акюрейри (Akureyri) — это город с населением около 19 тыс. человек, расположенный на севере Исландии, который с конца 1970-х годов отапливается геотермальной энергией. Горячая вода подаётся в Акюрейри из шести различных геотермальных месторождений.

В Исландии природные горячие источники использовались на протяжении веков в основном для купания, а с начала прошлого века открытые бассейны набирают всё большую популярность и теперь работают круглый год. В стране насчитывается около 165 рекреационных плавательных центров, 140 из которых используют геотермальное тепло для поддержания температуры воды 28–30°C. Большинство плавательных бассейнов открыто для публики в течение всего года. Только в районе большого Рейкьявика есть 14 общественных открытых

бассейнов и несколько крытых. Самым крупным из них является Лаугардалслауг (Laugardalslaug) с 1500 м² открытых бассейнов, одним крытым бассейном площадью 1250 м² и пятью гидромассажными ваннами, где температура воды колеблется от 35 до 42°C. Число людей, посещающих этот комплекс ежегодно, составляет около 800 тыс. человек.

Среди других геотермальных бальнеологических объектов Исландии — знаменитое на весь мир озеро «Блауа Лоунид» (Bláa Lónið, «Голубая лагуна») со средней температурой 39°C (1,3 млн посетителей в 2017 году), купальня «Миватн» (Mývatn Nature Bath) рядом с одноименным озером в Бьярнарфлаге (Bjarnarflag) в северной Исландии, геотермальные ванны «Лаугарватн Фонтана» (Laugarvatn Fontana), «Гамла Лаугин» (Gamla Laugin — «Секретная лагуна») во Флудире (Flúðir), а также спа-центр NLFI и медицинская клиника в Хвергердиси (Hveragerdis).

В зимнее время геотермальная вода используется в Исландии для обогрева тротуаров и плавления снега. Этот вид использования постепенно расширялся, и сегодня почти все новые здания в районах с геотермальным отоплением имеют системы плавления снега. Общая площадь снегоплавильных систем в Исландии составляет около 1,2 млн м², в основном в столичном регионе. Отработанная вода из домов при температуре около 35°C используется для освобождения ото льда тротуаров и парковочных мест. В центре Рейкьявика под большинством тротуаров и на некоторых улицах была установлена система труб, охватывающая площадь 70 тыс. м² и рассчитанная на максимальную тепловую мощность 180 Вт/м², а годовое потребление энергии оценивается в 430 кВт·ч/м².



Знаменитое на весь мир геотермальное озеро «Голубая лагуна» (Blue Lagoon), Исландия

Крупнейшим промышленным потребителем геотермальной энергии в Исландии является завод по сушке морских водорослей Торверк (Thorverk), расположенный в Рейхол-Ларе (Reykholar) на западе Исландии. Компания с помощью специально разработанных комбайнов собирает морские водоросли с мелководья залива Брейдафьордур (Breidafjordur). Водоросли измельчают и сушат в ленточной сушилке, которая использует большой объём воздуха, нагретого до 85 °С геотермальной водой. Завод работает с 1975 года и ежегодно производит около 4000 тонн муки из водорослей камнеломки и ламинарии.

В последние годы в Исландии были построены два соляных завода, использующих в своём производстве геотермальную



Озеро «Голубая лагуна» имеет идеальную для купания среднюю температуру воды +39 °С



Томаты в геотермальной теплице на ферме Фридгеймар (Fridheimar), Исландия

энергию. Основное внимание уделяется производству «изысканной» поваренной соли. На заводах используют горячую геотермальную воду с температурой более 100 °С для кипячения морской воды при температуре 51 °С в субатмосферных условиях и сушки соли.

Отопление теплиц является одним из старейших и наиболее важных видов использования геотермальной энергии в Исландии после обогрева помещений. Естественная тёплая почва уже давно использовалась для выращивания картофеля и других овощей на открытом воздухе, а с 1924 года в Исландии началось геотермальное отопление теплиц. Большинство остеклённых теплиц находится в южной части страны. Отопительные установки состоят из гладких стальных труб, подвешенных на стенах. Также часто используется подогрев пола под столами или тёплые полы. При использовании электрического освещения вегетационный период продлевается до круглогодичного, что

максимизирует использование теплиц и служит увеличению годового производства. Обогащение с помощью углекислого газа в теплицах широко распространено, главным образом за счёт использования CO₂, полученного на геотермальной станции в Хедаренди (Нæðarendi). Выращивание растений на открытом воздухе поддерживается в нескольких местах нагреванием почвы геотермальной водой, особенно ранней весной. Общая площадь теплиц в Исландии составляет около 200 тыс. м², включая пластиковые туннели для выращивания саженцев лесных растений. Из этой площади, которая не сильно изменилась за последние несколько лет, 50 % используется для производства овощей, таких как помидоры, огурцы и перец, а на остальных разводятся цветы и горшечные растения. Общий годовой объём производства овощей в Исландии составляет около 18 тыс. тонн.

Рыбоводство было медленно растущим сектором в течение ряда лет. Чаще всего

разводят лосося и арктического гольца, за ними следуют форель и сенегальская камбала. В Исландии около 60 рыбководных ферм, а общий объём производства в 2017 году составил около 21 тыс. тонн. Из этих рыбководных хозяйств от 15 до 20 используют геотермальную воду. Геотермальная вода, обычно с температурой 20–50 °С, применяется для нагрева пресной воды от 5 до 12 °С в теплообменниках либо путём прямого смешивания для производства мальков. Основное применение геотермальной энергии в рыбководном секторе Исландии — это производство смольта (молоди гольца и лосося). В наземных прудах геотермальная энергия также используется для дальнейшего выращивания молоди.

Таким образом, в Исландии имеется 28 городов и населённых пунктов, которые используют геотермальную энергию в основном для централизованного теплоснабжения, 23 — для купален и бассейнов, семь — для разведения рыбы, десять — для обогрева теплиц, 15 — для плавления снега и 16 — для промышленных целей, используя 12 630 кг/с геотермальной воды. Сообщается о 126 действующих геотермальных тепловых насосах, включая вертикальные, горизонтальные и скважинные установки.

Конкретные цифры прямого применения следующие: 1650 МВт и 24 604 ТДж/год на услуги централизованного отопления, 57 МВт и 668 ТДж/год для теплиц, 110 МВт и 2264 ТДж/год для рыбководства, 80 МВт и 922 ТДж/год для промышленного применения, 260 МВт и 1889 ТДж/год для плавления снега, 210 МВт и 3232 ТДж/год для ванн и бассейнов и 5,6 МВт и 19 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов, что в общей сложности даёт 2373 МВт и 33 598 ТДж/год [27].

8.9. Ирландия

В рамках обширных исследований, проводимых с начала 1980-х годов, в тёплых источниках были зафиксированы температуры от 13 до 24,7°C. Геологическая обстановка Ирландии такова, что геотермальные ресурсы классифицируются как низкопотенциальные с более низкой энталпией. Средние геотермальные градиенты, зарегистрированные на юге, равны примерно 10°C на 1 км, и более высокие градиенты — на северо-востоке и в Северной Ирландии, где наблюдаются значения до 35°C на 1 км. Геотермальное теплоснабжение и охлаждение, по оценкам, составляют 3,3% от доли возобновляемых источников энергии в валовом конечном потреблении энергии в 2017 году, и 1,2% от общего объёма энергии составляет вклад возобновляемых источников в тепловую энергию, включая воздушные тепловые насосы.

Информация о крупномасштабных коммерческих системах в Ирландии доступна в отчётах Геотермальной ассоциации Ирландии (GAI), однако данные о многих установках (особенно новых) до сих пор неудовлетворительно документированы или вообще отсутствуют.

Сведения Ассоциации тепловых насосов Ирландии (НРАИ) по установке грунтовых тепловых насосов показывают снижение в 2018 году общего числа установленных систем с наземными источниками примерно до 150 единиц, что в среднем составляет 1,2% по сравнению с последним отчётом в 2015 году. Теперь, с момента введения схем государственной финансовой поддержки в 2018 году, можно ожидать, что темп роста увеличится.

Общее количество тепловых насосов, установленных в Ирландии в 2018 году, оценивается примерно в 181 тыс. единиц, из которых чуть менее 10% приходится на наземные источники. На рынке низкотемпературной геотермальной энергии в Ирландии по-прежнему доминирует жилой сектор (около 85%). В коммерческом и промышленном секторах наблюдается невысокий уровень использования (14% и 4%, соответственно).

Наиболее распространёнными остаются системы с промежуточной установленной мощностью от 10 до 24 кВт, но заметно снижение темпов роста. В крупномасштабных системах с грунтовыми источниками преобладают установки коллекторов с разомкнутыми контурами, но и количество крупномасштабных коллекторов с замкнутым контуром увеличивается. Мощность большинства устанавливаемых систем для отопления и охлаждения — в диапазоне от 60 до 250 кВт.



•• Горячий источник Терме-ди-Сатурния (Terme di Saturnia) в Южной Тоскане, Италия

Итак, геотермальные тепловые насосы установлены в 88 локациях по всей Ирландии, что оценивается по мощности в 7,64 МВт и потреблению в 37,05 ТДж/год на охлаждение; 193,23 МВт и 936,95 ТДж/год на отопление. Суммарно это составляет 200,87 МВт и 974 ТДж/год [28].

8.10. Италия

В Италии насчитывается 37 геотермальных объектов прямого использования, пять из которых предназначены для централизованного отопления, пять — для индивидуального отопления помещений, один — для промышленных целей, шесть — для рыбоводства, четыре — для обогрева теплиц и 16 — для ванн и бассейнов. Основная доля геотермального тепла прямого использования приходится на сектор отопления помещений (42% от общей энергии, 52% от общей установленной мощности), за которым следуют термальное бальнеологическое (32% для обоих значений) и рыбоводство (18% и 9%, соответственно). Сельскохозяйственное применение, промышленные процессы и другие незначительные виды использования вместе составляют около 8% от общего объёма применения геотермальной энергии. Что касается грунтовых тепловых насосов (GSHP), то они составляют

38% от общей установленной мощности и около 30% в энергетическом выражении. Системы централизованного теплоснабжения составляют около 8% от общего объёма использования геотермального тепла. Основные системы находятся в Тоскане, в зоне производства геотермальной электроэнергии. Горячие воды, используемые для питания сетей централизованного теплоснабжения, добываются теми же глубокими скважинами, питающими электростанции, и поставляются в виде отработанной воды или полезного пара. Другая важная система геотермального теплоснабжения в коммуне Феррара (Ferrara) мощностью 14 МВт с двумя добывающими скважинами глубиной около 2 км производит горячую воду под давлением почти при 100°C, которая затем вновь закачивается в третью скважину. Две другие системы, заслуживающие упоминания, находятся в Милане, где для подачи тепла в сеть используются грунтовые тепловые насосы, и в Баньо-ди-Романья (Bagno di Romagna).

Следует отметить, что средние коэффициенты использования установленной мощности, как для GSHP, так и для централизованного отопления, составляют примерно $CF = 0,19$, в то время как общий геотермальный годовой CF равен 0,24 из-за высокой эквивалентной продолжительности рабочего времени в рыбоводстве (0,49), промышленных процессах (0,28) и сельском хозяйстве ($CF = 0,28$).

В целом по стране расходуется на: индивидуальное отопление помещений — 75 МВт и 548 ТДж/год; централизованное отопление — 15 МВт и 863 ТДж/год; отопление теплиц — 67 МВт и 581 ТДж/год; рыбоводство — 130 МВт и 2019 ТДж/год; тепловые промышленные процессы — 150 МВт и 139 ТДж/год; бассейны — 456 МВт и 3501 ТДж/год; а также ГеоЭС — 532 МВт и 3265 ТДж/год. В итоге общая мощность по стране составляет 1425 МВт и 10 916 ТДж/год [29].



•• Горячий источник Терме-ди-Сатурния



❖ Буровая установка геотермального проекта RCSG в Рейсвейке (Rijswijk), Голландия

8.11. Нидерланды

Разработка геотермальной энергии прямого использования в Нидерландах касается глубинной геотермальной энергии (Deep Geothermal Energy, DGE), геотермальной энергии неглубоко залегающих источников (SGE), включая подземные хранилища тепловой энергии (Underground Thermal Energy Storage, UTES), и грунтовые тепловые насосы (GSHP).

В настоящее время существует 21 грубинный проект с данными по потреблению и общей мощности приблизительно 317 МВт и 3600 ТДж/год. Количество систем SGE также продолжало расти. В начале 2019 года было введено в эксплуатацию 2368 АТЭС и 60 354 системы GSHP. 99% этих проектов имеют дело с низкотемпературными ресурсами (25°C). Однако растёт интерес к высокотемпературным водоносным горизонтам (High-Temperature Aquifer Thermal Energy Storage, HT-ATES) с температурой более 60°C, и разработаны новые пилотные проекты. «Неглубокая» геотермальная энергия состоит из грунтовых тепловых насосов (GSHP) и подземных хранилищ тепловой энергии (UTES). Системы GSHP ориентированы только на теплоснабжение или холодоснабжение из грунта и энергоснабжение зданий, в то время как UTES спроектированы как сезонные тепло- и холодохранилища и работают как аккумуляторы.

В подземных системах хранения тепловой энергии преобладают открытые системы, которые используют водяные скважины для хранения тепла и холода. Эта технология называется накоплением тепловой энергии в водоносном горизонте (Aquifer Thermal Energy Storage, ATES). Закрытая версия называется скважинным накопителем тепловой энергии (Borehole Thermal Energy Storage System, BTESS) и использует скважинные петли для обмена теплом и холодом из грунта. Типичные температурные диапазоны для хранения энергии составляют от 7 до 17°C.

Чем ниже температура прямого охлаждения, тем более высокая температура отбора будет использоваться тепловыми насосами для доведения температуры до 45°C в отопительных целях. Ожидается, что рост числа систем АТЭС продолжится благодаря их вкладу в достижение целей, установленных Парижским соглашением по климату, а также потому, что они являются экономически привлекательной альтернативой традиционным методам отопления и охлаждения.



❖ «Энергодом» Kjørbo (Саннвика, Норвегия) вырабатывает в год около 230 МВт электроэнергии

Развивающееся в Нидерландах высокотемпературное хранение HT-ATES — это технология, сравнимая с АТЭС, но температуры хранения колеблются от 30 до 90°C. Высокотемпературное хранение подходит для мест с избытком тепла или ожидаемым высоким спросом на тепло. Оно всё чаще рассматривается как выбор для жилых или садоводческих районов.

HT-ATES с температурой хранения более 30°C был реализован только в шести проектах. Первый соответствующий проект HT-ATES в Нидерландах был установлен в районе Бейум (Beijum) города Гронинген (Groningen) — ещё в 1985 году было осуществлено хранение солнечного тепла 60°C с использованием скважинного хранилища тепла ТЕС.

Первые проекты HT-ATES были осуществлены в Университете Утрехта в 1991 году и в учреждении здравоохранения в городе Цваммердаме (Zwammerdam) в конце 1990-х годов — они сводились к хранению 90-градусного тепла из когенерационной установки (Combined Heat and Power, CHP) с использованием АТЭС. Кроме того, за последние 15 лет были построены четыре среднетемпературные системы хранения (менее 50°C).

Таким образом, тепличное отопление в стране потребляет 230 МВт и 3731 ТДж/год, централизованное теплоснабжение — 3,15 МВт и 63 ТДж/год, а геотермальные тепловые насосы — 1486 МВт и 4550 ТДж/год. В общей сложности: 1719,15 МВт и 8344 ТДж/год [30].

8.12. Норвегия

Северные страны были в числе ведущих по использованию систем грунтовых тепловых насосов замкнутого контура (GHP). Одиночные U-образные коллекторы в заполненной водой скважине без цементации диаметром 115 мм являются доминирующим решением для скважинных теплообменников (ВНЕ). Многие крупные

грунтовые установки являются скважинными накопителями тепловой энергии (BTESS) для отопления и охлаждения. Эти системы в Норвегии проектируются с дисбалансом между нагревом и охлаждением из-за превышения требований к теплу над требованиями к охлаждению. Тем не менее, пиковые нагрузки для охлаждения могут быть существенно выше пиков нагрева. В новых зданиях, таких как Zero Energy Building (ZEB) Kjørbo, размеры скважинного парка определялись для обеспечения потребностей в охлаждении путём свободного охлаждения. Среди зарегистрированных установок 1100 являются крупными, состоящими из более четырёх ВНЕ (СТО), или открытыми системами с прямым использованием подземных вод.

Тенденция внедрения крупных установок аналогична таковой для всех установок: с увеличением их числа вплоть до 2015 года, но с последующим снижением. Максимальное количество крупных систем было достигнуто в 2014 и 2015 годах, когда было зарегистрировано 109 новых крупных установок. Является ли снижение числа зарегистрированных установок в последние годы реальным или просто связано с заниженной отчетностью, неизвестно. Возможным объяснением снижения продаж могло стать сокращение субсидий со стороны норвежского энергетического предприятия Enova, ответственного за продвижение «чистой» энергии, с €10 тыс. до €1000. Ещё одной тенденцией является снижение количества ВНЕ в крупных установках. В среднем такие установки, как сообщалось в 2018 и 2019 годах, состояли из десяти ВНЕ.



Geothermal spa Fjord Spa

Сокращение, вероятно, связано с увеличением длины скважинных теплообменников. Новые геотермальные установки чаще всего представляют собой интегрированные скважинные системы хранения тепловой энергии (BTES), то есть комбинированные с солнечными коллекторами, воздушными тепловыми насосами или технологией накопления тепловой энергии за счёт использования веществ с фазовым переходом (Phase Change Material, PCM). Эта интеграция ограничивает тепловую или холодильную нагрузку на теплообменник. Имеется 25 установок ГНП, где общая длина стволов скважин составляет более 10 км. Глубины этих ВНЕ колеблются от 160 до 300 м, а количество скважин в каждом месте находится в пределах от 38 до 180 м.

Таким образом, геотермальная энергия в Норвегии используется непосредственно на отопление в Международном аэропорту Осло (0,18 МВт и около 1,2 ТДж/год) и до 1150 МВт и 12 600 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов, давая в общей сложности 1150,18 МВт и 12 601,2 ТДж/год [31].



Термальный источник на острове Со Мигель (Азорский архипелаг, Португалия)

8.13. Португалия

Прямое применение на материке и на Азорских островах ограничено небольшими системами централизованного теплоснабжения и главным образом бальнеологией. Два основных предприятия централизованного теплоснабжения задействованы в термальных ваннах: первое — в Шавеше (Chaves), Северная Португалия, где специальная скважина глубиной 150 м при температуре 76°C используется в небольшой сети централизованного теплоснабжения (бассейн и отель). Ещё одна скважина глубиной 208 м и с температурой 74°C используется для нагрева водопроводной горячей воды, питающей термальную ванну, а также централизованную тепловую сеть. Третья скважина (68°C, глубиной 100 м) поддерживается в качестве резервной. Другое предприятие находится в Сан-Педру-ду-Сул (Saint Pedro do Sul). Это главный португальский спа-центр, и он имеет один наклонный колодец (69°C, глубиной 500 м) с артезианским потоком, который снабжает термальную ванну, а также используется в небольшой отопительной системе в двух отелях и внутри спа-центра.

Несколько небольших систем централизованного теплоснабжения работают в Калдеш-де-Монсао (Caldas de Monção), Термас-да-Лонгройва (Termas da Longroiva) и Алькафаче (Alcafache) на материке, а также в отелях Furnas на острове Со Мигель (São Miguel, Азорский архипелаг). Бальнеологические мероприятия с использованием термальных минеральных вод довольно популярны в Португалии в лечебных и туристических целях. Около 30 термальных ванн работают легально. Большинство открыты только летом, но некоторые из них работают круглый год. Вся бальнеологическая деятельность осуществляется под строгим медицинским контролем.

С 2004 года Институт INOVA и правительство Азорских островов предприняли ряд инициатив и исследований, позволяющих эксплуатировать и оценивать низкотемпературную геотермию Азор, включая туристическую деятельность и бальнеологию. В этой связи были пробурены новые неглубокие скважины в Феррарии (Ferraria), Варадуро (Varadouro) и Карапачо (Carapacho). Согласно последним данным Европейской ассоциации тепловых насосов (ЕНРА), в 2014 году в Португалии не было новых продаж геотермальных тепловых насосов. Совокупные продажи до 2014 года составили около 54 единиц (0,65 МВт). Учитывая типичные значения, усреднённая установленная мощность равна 12 кВт, с рабочим временем 1340 ч и типичным сезонным коэффициентом полезного действия (SPF), равным 3,425. Трудно проследить эволюцию новых проектов, касающихся ГНП, поскольку в Португалии до сих пор нет законодательства, требующего регистрации такого рода проектов, особенно в отношении жилого сектора. Вполне возможно, что с каждым годом устанавливается всё большее количество небольших установок, но они не регистрируются.

Существует 21 объект использования геотермальной энергии на материковой части Португалии и три на Азорских островах, в основном для ванн и бассейнов, но также несколько для обогрева теплиц и централизованного теплоснабжения. Сообщается, что в стране установлено 90 единиц ГНП, однако существует множество недокументированных установок. Спа и бальнеология потребляют 14,7 МВт и 280,5 ТДж/год, теплоснабжение 3 МВт и 95,3 ТДж/год, тепличное отопление 1 МВт и 15,8 ТДж/год и геотермальные тепловые насосы 2,36 МВт и 14,9 ТДж/год. В общей сложности: 21,06 МВт и 406,5 ТДж/год [32].



❖ Природный термальный источник в провинции Гранада (Granada) в Андалусии, Испания

8.14. Испания

В Испании нет высокоэнтальпийных геотермальных установок. В стране всё ещё разрабатывается неглубокая геотермальная энергия. Открытые системы с геотермальными тепловыми насосами (GHP) широко применяются уже много лет. Закрытые системы начали внедряться в 2000 году, как в зданиях, так и в промышленности. Несмотря на финансовый крах строительного сектора, установка систем GHP сохраняла тенденцию роста, хотя и медленнее, чем хотелось бы, учитывая существующие мощности и потребности в энергии. Системы GHP устанавливались во всех типах зданий, как новых, так и переоборудованных. Кроме того, государство всё больше склоняется к установке систем GHP в общественных зданиях в соответствии с концепцией «Здание с почти нулевой энергией» (Nearly Zero-Energy Buildings, NZEB), продвигаемой Европейским союзом. Она также благоприятствует развитию геотермальных систем такого типа в Испании.

Применение геотермальной энергии для отопления и охлаждения зданий должно играть важную роль в рамках будущего испанского Закона об изменении климата и энергетическом переходе (La Ley de cambio climático y transición energética el Gobierno aprobará una Estrategia de Descarbonización) с целью содействия выполнению обязательств Испании в области энергетики и изменения климата.

Расчётное потребление геотермальной энергии в Испании по категориям использования на основе данных WGC 2015 [33] и ограниченных данных для WGC 2020 [34] следующее: 5,2 МВт и 133,6 ТДж/год для индивидуального отопления помещений; 22 МВт и 165,4 ТДж/год для обогрева теплиц; 3,8 МВт и 92 ТДж/год для купален и бассейнов; 513 МВт и 3542 ТДж/год для геотермальных тепловых насосов. Это даёт в общем для страны 544 МВт и 3933 ТДж/год.

8.15. Швеция

В Швеции геотермальная электроэнергия не производится, и единственной геотермальной станцией, отвечающей некоторым критериям глубинной геотермальной установки, является Лундская геотермальная теплонасосная станция на юго-западе Швеции. Она работает с середины 1980-х годов. Четыре добывающие скважины первоначально производили 450 л/с (1620 м³/ч) при температуре 22 °С.



❖ В каждой стране Скандинавии прекрасно развита бальнеологическая инфраструктура

Температура в добывающих скважинах, наиболее близких к скважинам закачки, находится под влиянием закачки холодной воды уже более 30 лет, но самые дальние скважины менее подвержены такому воздействию. Температура снизилась примерно на 10 °С. Геотермальные воды используются в качестве источника тепла для двух тепловых насосов, которые имеют совокупную мощность 47 МВт. На пике своего развития в 1993 году станция производила 350 ГВт·ч тепла, обеспечивая 40 % энергии в системе централизованного теплоснабжения города Лунда (Lund). В период с 2015 по 2018 годы выработка тепла составляла от 95 до 131 ГВт/год.

Снижение добычи происходит в основном за счёт увеличения количества обработанного тепла и выработки тепла когенерации в других частях системы централизованного теплоснабжения и не связано с мощностью геотермальных скважин. В общей сложности предприятие выработало 7,7 ТВт·ч тепла с момента начала своей работы в 1980-х годах.

Типичная шведская система извлечения неглубокой геотермальной энергии представляет собой заполненную грунтовыми водами вертикальную замкнутую систему грунтового теплового насоса (GSHP), пробуренную в кристаллической породе и используемую только для извлечения тепла. Тепловой насос обычно имеет электрический привод и используется как для отопления помещений, так и для снабжения бытовой горячей водой. Эти системы, в основном используемые для небольших и средних систем отопления жилых зданий, иногда подзаряжаются за счёт тёплого воздуха или солнечной энергии. Около 20–25 % всех неглубоких геотермальных систем в Швеции представляют собой горизонтальные контуры в мягком грунте на глубине около 1 м. Эти системы обычно используются только для отвода тепла и замораживают влагу в земле вокруг подземных контуров, используя энергию фазового перехода. Горизонтальные контуры лучше всего работают в мелкозернистой почве с высокой пористостью и влажностью. Они наиболее распространены на юге Швеции, где температура почвы выше и толстые слои почвы покрывают твёрдую породу.

Рынок для подземных тепловых энергетических хранилищ (UTES), где активно накапливается тепло и холод, в последние десятилетия постоянно растёт. Данные Шведской ассоциации тепловых насосов (SHPA) о продажах показывают, что в настоящее время в Швеции установлено около 590 тыс. грунтовых тепловых насосов, из которых примерно 140 тыс. — это системы с горизонтальными контурами, а около 10 тыс. — открытые теплонасосные системы, использующие грунтовые или поверхностные воды.

Многие открытые системы, малые и большие, были установлены в 1980-х годах. Сегодня ежегодно добавляется от пяти до десяти новых установок, в основном крупных — более 100 кВт. Общее количество грунтовых теплонасосных установок в диапазоне мощностей от 3 кВт до 1 МВт, проданных за последнюю пятилетку, составляет около 140 тыс. единиц, из которых около половины — новые системы GSHP, а остальные — заменённые тепловые насосы в старых системах.

За последние пять лет устанавливалось в среднем 14,5 тыс. новых систем GSHP в год с незначительной тенденцией к снижению. В 2019 году это число составило 12 тыс. Количество проданных небольших установок демонстрирует тенденцию к снижению в последние несколько лет, поскольку рынок для односемейных зданий насыщается. С другой стороны, продажи более крупных систем растут. Вертикальные скважины в горных породах и грунтовых водах также используются для охлаждения, например, в телекоммуникационном и промышленном секторах. Есть также несколько крупных грунтовых тепловых насосов, работающих в сетях централизованного теплоснабжения по всей Швеции. В 2012 году эти установки обеспечили около 0,65 ТВт·ч для шведской централизованной теплосети. Количество зарегистрированных скважинных систем хранения тепловой энергии (BTES) общей протяжённостью 10 км и более увеличилось в 3,6 раза — с 21 в 2015 году до 76 систем в 2019 году. Зарегистрированное количество систем грунтовых тепловых насосов и BTES с общей протяжённостью 1 км и более составляет 3970, а также имеется 1701 зарегистрированная система с десятью и более скважинами. Увеличение достигло 40% с 2015 года, когда эти цифры составляли 2883 и 1238, соответственно. По оценкам, 720 систем с более чем десятью скважинами предназначены для прямого применения BTES, как для отопления, так и для охлаждения, в то время как остальные применяются только для отопления в жилом секторе. Самая большая система BTES в Швеции в настоящее время находится на заводе Volvo Powertrain в городе Кепинге (Köping). Эта система включает в общей сложности 215 скважин со средней глубиной 270 м, что даёт общую длину скважин 58,2 км. Система была построена в 2015–2016 годах.

Геотермальные (грунтовые) тепловые насосы размещены в Швеции следующим образом: две единицы (47 МВт и 470 ТДж/год) в городе Лунд, а остальные цифры относятся ко всей Швеции: 440 тыс. малых вертикальных систем, производящих 44 500 ТДж/год, 140 тыс. малых горизонтальных систем — 11 100 ТДж/год, 10 тыс. малых систем водоснабжения — 1500 ТДж/год, системы АТЭС — 2400 ТДж/год и системы ВТЭС — 25 ТДж/год. Общее количество блоков для всех систем составляет 591 тыс. с мощностью 6680 МВт и производительностью 62 400 ТДж/год. Энергия охлаждения, производимая блоками АТЭС и ВТЭС, составляет 3150 ТДж/год, но здесь она не учтена, так как в итоге «уходит» обратно в землю [35].



Крупнейший альпийский термальный курорт Лейкербад (Leukerbad), кантон Вале, Швейцария

8.16. Швейцария

Современные тенденции отдельных прямых геотермальных приложений показывают неуклонный рост по установке, тепловой мощности и производству тепла. На сегодняшний день в Швейцарии по-прежнему преобладают скважинные теплообменники с тепловыми насосами, за которыми следуют использование неглубоких подземных вод и бальнеология. Другие системы, в том числе использование глубоких водоносных горизонтов, были менее актуальны до 2018 года. Статистические данные по «скважинным теплообменникам» (Borehole Heat Exchangers, BHE) также включают редко используемые геотермальные «корзины» и грунтовые регистры. Число геотермальных тепловых насосов, которые в настоящее время всё чаще используются для отопления и охлаждения, неуклонно растёт. Плотность установленной мощности на единицу площади по-прежнему остаётся одной из самых высоких в мире (около 3,75 единиц на 1 км² со средней мощностью 12 кВт). Единственная крупная геотермальная станция централизованного теплоснабжения находится в городе Риене (Riehen), недалеко от Базеля, на севере Швейцарии. Термальная вода добывается с 1994 года из водоносного горизонта глубиной око-

ло 1,5 км в районе зоны разлома на южной оконечности Верхнего Рейнского грабена, причём расход тёплой воды температурой 65 °С первоначально составлял 20 л/с. В 1997 году сеть централизованного теплоснабжения была расширена до города Штеттена [Stetten, Леррах (Lörrach)], Германия. Эта система представляет собой один из первых объектов трансграничного прямого использования во всём мире. В 2010–2014 годах проект Riehen Plus расширил систему централизованного теплоснабжения. После установки нового насоса в мае 2014 года расход был увеличен до 23 л/с, а температура поднялась до 66 °С. После теплообмена с термальной водой во вторичном контуре для достижения максимальной эффективности три тепловых насоса охлаждают её до температуры 25–30 °С, и коэффициент полезного действия (КПД) системы достигает 6,5. До сих пор в сельском хозяйстве и промышленности Швейцарии не было использования глубинного геотермального тепла. Первый проект был построен в Шлаттингене (Schlattingen) в кантоне Тургау (Thurgau) и сейчас проходит обширные испытания. Одна из двух пробуренных скважин имеет длину почти 800 м и почти горизонтальный участок в пределах водоносного горизонта глубиной 1,5 км.





❖ Скальные термальные воды в технических помещениях туннеля Лешберг

Следует отметить, что в Швейцарии проложено множество транспортных туннелей в скальных породах эпохи альпийского орогена и в окружающей холмистой местности, например, железнодорожный туннель Лешберг (Lötschberg) имеет протяжённость 34,6 км. Данные туннели отводят воду из окружающих скальных зон, и в результате значительное количество нагретой геотермальной воды течёт по туннелям к выходам. Строгое экологическое регулирование запрещает сброс большого количества тёплой воды в близлежащие реки. Вместо того, чтобы использовать энергию для охлаждения воды, этот энергетический ресурс может быть использован в различных приложениях: в Швейцарии данная «туннельная» вода используется для отопления помещений, теплиц, бальнеологии и рыбоводства. Самая простая и дешёвая форма использования воды в транспортных туннелях — это сбор и транспортировка приточных вод по каналам к выходам из туннелей. Когда уровень температуры туннельных стоков слишком низок для непосредственного применения (например, для централизованного теплоснабжения), используются тепловые насосы. В 2018 году тёплая вода из туннелей (с тепловыми насосами) произвела 6,5 ГВт·ч, из которых 4,6 ГВт·ч были геотермального происхождения. В туннеле Лешберг дополнительные 2 ГВт·ч тепла использовались непосредственно без тепловых насосов для рыбоводства (компания Trophenhaus Frutigen). Вода в туннеле Летшберг у Северного выхода имеет расход около 1380 л/мин. и температуру около 16–18 °С. В двух случаях, в автодорожных туннелях Готард (Gotthard) и Маппо-Мореттина (Marpo Morettina), вода также используется для охлаждения летом.

Скважинные теплообменники с тепловыми насосами находят в стране самое широкое применение, составляя 1843,8 МВт и 10 733,8 ТДж/год или 83,9% по мощности и 80,8% по годовому ис-

пользованию. ГНР с использованием неглубоких подземных вод составляют 291,5 МВт и 1533,2 ТДж/год или 13% и 11,5%, соответственно, термальные ванны 23,3 МВт и 697,7 ТДж/год или около 1,3%, а также другие системы, включая туннельную воду, используют около 1,2% геотермальных тепловых насосов. Обобщая, 20,5 МВт и 598 ТДж/год используются для индивидуального отопления помещений, 2,7 МВт и 78 ТДж/год — на услуги централизованного отопления, 1,6 МВт и 48 ТДж/год — для купания и плавания и 2172 МВт и 12 568 ТДж/год — для геотермальных тепловых насосов. Суммарно: 2196,8 МВт и 13 292 ТДж/год [36].



❖ Термальная ванна Минерва в спа-комплексе Thermae Bath Spa в городе Бате (Bath), Англия

8.17. Соединённое Королевство Великобритании и Северной Ирландии

Система теплоснабжения города Саутгемптона (Southampton) — единственный значимый пример использования низкоэнтальпийной геотермальной энергии в Великобритании. Она принадлежит компании Sefely District Energy. Эта схема была запущена в эксплуатацию в начале 1980-х годов, когда водоносный горизонт в триасовом песчанике, содержащий воду температурой 76 °С, был обнаружен в Уэссекском бассейне (Wessex Basin) на

глубине примерно 1,8 км. Строительство системы централизованного теплоснабжения началось в 1987 году, и с тех пор она расширилась и превратилась в комбинированную схему теплоснабжения для 3000 домов, десяти школ и многочисленных коммерческих зданий. В то время как газовая ТЭЦ в настоящее время обеспечивает большую часть низкоуглеродистого тепла районной энергетической схемы, деньги из Глубинного геотермального фонда (DECC) были выделены на замену прежнего скважинного насоса с гидравлическим приводом современным электропогружным насосом.

Горячие источники в городе Бате (Bath) уже давно стали туристической достопримечательностью наряду с древнеримскими городскими постройками. После обширной реконструкции горячие источники продолжают пользоваться популярностью. Недавняя модернизация заключается в том, что каскадный поток из горячих источников, подаваемый в бани, будет использоваться для обогрева помещений в новой установке напольного отопления в соседнем аббатстве Бат.

В 2018 году начались работы по геотермальной скважине для снабжения недавно отремонтированного открытого бассейна с морской водой в Пензансе (Penzance)

в Корнуолле. Первая скважина на эспланаде глубиной около 100 м была ликвидирована из-за попадания морской воды. Затем была предпринята попытка пробурить вторую скважину, которая достигла глубины примерно 400 м до столкновения со сложными условиями бурения. Однако наблюдался значительный приток воды при температуре около 25 °С, поэтому в проект была добавлена система теплового насоса с открытым контуром. Ожидается, что данный проект будет введён в эксплуатацию к сезону 2020 года.

В докладе EGC 2016 по Великобритании отмечено пробуждение интереса к возможному использованию заброшенных и затопленных угольных шахт и рудников в различных регионах страны, таких как Шотландия, Англия, Уэльс и Корнуолл. Также сообщается, что Британская угольная корпорация (British Coal) — так после 1986 года стало называться Национальное управление угольной промышленности (National Coal Board), которое в том числе заведует остановленными шахтами в Великобритании, разрабатывает геотермальный тепловой ресурс из 16 схем очистки шахтной воды.

В Южном Уэльсе, следуя технико-экономическим обоснованиям и отчётам, городской совет округа Бриджэнд (Bridgend) начал бурение в старых угольных шахтах в долине Ллинфи (Llynfi) с намерением отапливать более 200 домов.

Таким образом, следует резюмировать, что 1,7 МВт и 72,5 ТДж/год используются для централизованного отопления, приблизительно 1 МВт и 34 ТДж/год отводятся для бассейнов и 522 МВт и 4134 ТДж/год потребляются геотермальными тепловыми насосами. Суммарно: 524,7 МВт и 4240,5 ТДж/год [37].



•• Подготовка к бурению геотермальной скважины

Коэффициенты использования установленной мощности по странам

В табл. А1 приведены средние коэффициенты использования установленной мощности для всех стран, представленных во всех частях статьи. Они варьируются от 0,07 до 1,0. Более низкое значение КИУМ относится к странам, в которых преобладает применение геотермальных тепловых насосов, тогда как более высокие значения относятся к странам с высоким промышленным использованием или непрерывной эксплуатацией бассейнов для плавления. Геотермальные установки, применяющиеся для плавления снега и охла-

ждения, также имеют низкий КИУМ (0,189) из-за редкого использования.

Коэффициент использования установленной мощности (англ. Capacity Factor, CF) рассчитывается следующим образом:

$$\text{КИУМ} = 0,0317 \frac{W}{P},$$

где W — потребление энергии, ТДж/год; P — установленная мощность, МВт. Это число отражает процент эквивалентных рабочих часов при полной нагрузке в год, то есть если КИУМ = 0,7, то это эквивалентно $8760 \times 0,7 = 6132$ рабочим часам при полной нагрузке в год. ●

Продолжение следует.

- Sánchez-Rivera E., Solís-Salguero L., Guido-Sequeira H., Vallejos-Ruiz O. Costa Rica Country Update Report. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 8 p.
- Huttrer G.W. Geothermal Power Generation in the World 2015–2020 Update Report. World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 17 p.
- Lund J.W., Leif B., Bloomquist G., Mortensen A.K. Characteristics, development and utilization of geothermal resources — a Nordic perspective. Episodes. 2008. Vol. 31. No. 1. Pp. 140–147.
- Lund J.W., Boyd T.J. Direct utilization of geothermal energy: 2015 Worldwide review. Geothermics 60. Elsevier. 2016. Pp. 66–93.
- Merida L. Curing blocks and drying fruit in Guatemala. Geo-Heat Center Quarterly Bulletin. Vol. 20. No. 4. Klamath Falls, USA. 1999. Pp. 19–22.
- Lund J.W., Freeston D.H., Boyd T.J. Direct applications of geothermal energy: 2005 Worldwide review. Geothermics 34. Elsevier. 2006. Pp. 691–727.
- Henriquez W.A. Geothermal development in Honduras. Proc. of 2015 World Geothermal Congress. Melbourne, Australia. 2015. 7 p.
- Thompson A., Harmer Z., Wainer D. Geothermal industry development in Canada: Country Update (2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 10 p.
- Hjartarson Á., Ármannsson H. Greenland: Country Update. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 8 p.
- Gutierrez-Negrin L.C.A., Canchola-Felix I. et al. Geothermal energy in Mexico: Update and Perspectives. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 12 p.
- Lund J.W., Sifford A., Hamm S.G., Anderson A. The USA: Country Update (2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 16 p.
- Chiodi A.L., Filipovich R.E., Esteban C.L. et al. Geothermal Country Update of Argentina (2015–2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 13 p.
- Villarreal D.G. Geothermal development in Bolivia: Country Update. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 4 p.
- Vieira F.P., Guimaraes S.N.P., Hofmann H., Hamza V.M. Updated assessment of geothermal resources in Brazil (2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 10 p.
- Morata D., Aravena D., Lahsen A. et al. Chile Update: The first South American geothermal power plant after one century of exploration (2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 13 p.
- Alfaro C., Rodríguez-Rodríguez G. Status of the geothermal resources of Colombia: Country Update. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 16 p.
- Beate B., Urquiza M., Lloret A. Geothermal Country Update of Ecuador (2015–2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 13 p.
- Cruz V., Vargas V. Geothermal Country Update for Peru (2010–2015). Proc. of 2015 World Geothermal Congress. Melbourne, Australia. 2015. 9 p.
- Goldbrunner J. Austria: Country Update. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 19 p.
- Hoes H., Dupont N., Lagrou D., Petitclerc E. Status and development on geothermal energy use in Belgium. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 9 p.
- Røgen B., Ditlefsen C., Vangkilde-Pedersen T. et al. Geothermal energy use: Country Update for Denmark (2015). Proc. of 2015 World Geothermal Congress. Melbourne, Australia. 2015. 11 p.
- Mathiesen A., Nielsen L.H., Vosgerau H. et al. Geothermal energy use: Country Update Report for Denmark. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 14 p.
- Ellefsen M., Ólavsdóttir J., Ramstad R.K., Frengstad B. Geothermal energy: Country Update for the Faroe Islands. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 7 p.
- Kallio J. Geothermal energy use: Country Update for Finland. Proc. of 2019 European Geothermal Congress. Den Haag, The Netherlands. 2019. 5 p.
- Boissavy C., Schmidl-Bloch V., Pomart A., Lahlou R. France Country Update. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 19 p.
- Weber J., Born H., Pester S., Moeck I. Geothermal energy use in Germany: Country Update (2015–2019). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 15 p.
- Ragnarsson A., Steingrímsson B., Thorhallsson S. Geothermal development in Iceland (2015–2019). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 14 p.
- Pasquali R., Blake S., McAteer J. et al. Geothermal energy utilization — Ireland Country Update (2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 14 p.
- Bargiacchi E., Conti P., Manzella A. et al. Thermal uses of geothermal energy: Country Update for Italy. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 15 p.
- Bakema G., Provoost M., Schoof F. Netherlands Country Update (2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 11 p.
- Middtømme K., Alonso M.J., Krafft C.G. et al. Geothermal energy use in Norway: Country Update (2015–2019). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 10 p.
- Nunes J.C., Coelho L., Carvalho J.M. et al. Portugal Country Update (2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 13 p.
- Arrizabalaga I., de Gregorio M., de la Noceda C. et al. Country Update for the Spanish geothermal sector. Proc. of 2015 World Geothermal Congress. Melbourne, Australia. 2015. 9 p.
- Arrizabalaga I., de Gregorio M., de Santiago C. et al. Country Update for the Spanish geothermal sector. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 12 p.
- Gehlin S., Andersson O., Rosberg J.-E. Country Update for Sweden (2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 9 p.
- Link K., Lupi N., Siddiqi G. Geothermal energy in Switzerland (2015–2020). Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 16 p.
- Batchelor T., Curtis R., Busby J. Geothermal Energy Use, Country Update for UK. Proc. of 2020 World Geothermal Congress. Reykjavik, Iceland. 2020. 10 p.

:: Прямое использование геотермальной энергии (ГЭ) в различных странах мира

табл. А1

Страна	МВт	ТДж/год	ГВт-ч/год	КИУМ	Страна	МВт	ТДж/год	ГВт-ч/год	КИУМ
Австралия	94,4	853,0	236,944	0,287	Македония	47,43	623,61	173,225	0,417
Австрия	1095,78	8644,21	2401,169	0,250	Малави	0,55	11,0	3,056	0,634
Албания	16,225	107,59	29,886	0,210	Малайзия	5,0	100,0	27,778	0,634
Алжир	77,7	2375,1	659,75	0,969	Марокко	5,0	50,0	13,889	0,317
Аргентина	204,78	1209,07	335,853	0,187	Мексика	156,113	4185,369	1162,63	0,850
Армения	1,5	22,5	6,25	0,476	Монголия	22,72	398,7	110,75	0,556
Беларусь	10,0	137,0	38,056	0,434	Непал	3,555	96,113	26,698	0,857
Бельгия	305,72	1467,5	407,639	0,152	Нигерия	0,7	14,0	3,889	0,634
Болгария	109,37	1326,96	368,6	0,385	Нидерланды	1719,15	8344,0	2317,778	0,154
Боливия	1,0	20,0	5,556	0,634	Новая Зеландия	518,0	10 120,0	2811,111	0,620
Босния и Герцеговина	36,03	306,71	85,197	0,270	Норвегия	1150,18	12 601,2	3500,333	0,347
Бразилия	363,45	6682,7	1856,36	0,583	Папуа — Новая Гвинея	0,1	1,0	0,278	0,317
Бурунди	0,35	7,0	1,944	0,634	Перу	3,0	61,0	16,944	0,645
Великобритания	524,7	4240,5	1177,917	0,256	Польша	756,0	4175,98	1159,994	0,175
Венгрия	1023,7	10 701,62	2972,672	0,331	Португалия	21,06	406,5	112,917	0,612
Венесуэла	0,7	14,0	3,889	0,634	Россия	433,0	8475,0	2354,167	0,621
Восточные Карибы	0,13	2,775	0,771	0,854	Румыния	245,13	1905,32	529,256	0,246
Вьетнам	18,21	188,52	52,367	0,328	Сальвадор	3,36	56,0	15,556	0,528
Гватемала	2,31	56,46	15,683	0,775	Саудовская Аравия	45,0	172,89	48,025	0,122
Германия	4806,34	29 138,64	8094,067	0,192	Сербия	115,32	1726,141	479,484	0,475
Гондурас	1,933	45,0	12,5	0,738	Словакия	230,3	2000,9	555,86	0,276
Гренландия	0,1	3,2	0,889	1,000	Словения	265,55	1610,49	447,358	0,192
Греция	259,45	2087,52	579,867	0,255	США	20 712,59	152 809,5	42 447,083	0,234
Грузия	69,2	2186,22	607,283	1,000	Таджикистан	2,93	55,4	15,389	0,600
Дания	743,6	4002,0	1111,667	0,171	Таиланд	128,51	1181,2	328,111	0,291
Египет	44,0	152,89	42,469	0,110	Тунис	43,8	364,0	101,111	0,264
Израиль	82,4	2193,0	609,167	0,844	Турция	3488,35	54 584,0	15 162,222	0,496
Индия	357,644	4007,82	1113,283	0,355	Украина	1606,96	5085,95	1412,764	0,100
Индонезия	2,3	42,6	11,833	0,587	Фарерские острова	3,66	20,0	5,556	0,173
Иордания	153,3	1540,0	427,778	0,319	Филиппины	1,67	12,65	3,514	0,240
Иран	82,224	2583,261	717,573	0,996	Финляндия	2300,0	23 400,0	6500,0	0,323
Ирландия	200,87	974,0	270,556	0,154	Франция	2597,6	17 279,6	4799,889	0,211
Исландия	2373,0	33 598,0	9332,778	0,449	Хорватия	79,3	390,6	108,5	0,156
Испания	544,0	3933,0	1092,5	0,229	Чехия	324,5	1790,0	497,222	0,175
Италия	1425,0	10 916,0	3032,222	0,243	Чили	22,61	278,91	77,475	0,391
Йемен	5,0	100,0	27,778	0,634	Швейцария	2196,8	13 292,0	3692,222	0,192
Канада	1831,28	14 512,0	4031,111	0,251	Швеция	6680,0	62 400,0	17 333,333	0,296
Кения	18,5	602,4	167,333	1,000	Эквадор	5,21	103,461	28,739	0,631
Кипр	10,3	65,0	18,056	0,200	Эстония	63,0	356,0	98,889	0,179
Китай	40 610,0	443 492,0	123 192,222	0,346	Эфиопия	2,2	41,6	11,556	0,600
Колумбия	20,0	340,0	94,444	0,539	ЮАР	2,3	37,0	10,278	0,510
Коста-Рика	1,75	35,0	9,722	0,634	Южная Корея	1489,76	3482,65	967,43	0,074
Латвия	1,63	31,81	8,836	0,619	Япония	2570,46	30 723,27	8534,242	0,379
Литва	125,5	1044,0	290,0	0,264	Итого	107 726,564	1 020 887,165	283 579,768	0,300
Мадагаскар	2,814	75,585	20,996	0,852					

PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

[Reconstruction of dilapidated pipelines by destroying them and dragging new pipes into the vacant space. Pp. 24–27.](#)

Vladimir A. Orlov, Doctor of Technical Sciences, Professor; Sergey P. Zotkin, PhD, Associate Professor, Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)

1. S.V. Hramenkov, O.G. Primin, V.A. Orlov. *Rekonstrukcija truboprovodnyh sistem* [Reconstruction of pipeline systems]. Moscow. *Izd-vo ASV* [Publishing House of the Association of Construction Universities ("ASV" Publishers)]. 2008. 215 p. [In Russian]
2. M. Rameil. Handbook of pipe bursting practice. Vulkan-Verlag. 2007. 351 p.
3. A. Zwierzchowska. Technologie bezwykopowej budowy sieci gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych. Kielce. Politechniki Świętokrzyskiej. 2006. 180 p. [In Polish]
4. D.I. Shlychkov. *Problemy tekhnicheskogo sostojanija dejstvujushchih truboprovodnyh sistem* [Problems of the technical condition of the existing pipeline systems]. *Innovacii i investicii* ["Innovation and investment" Magazine]. 2020. No. 4. Pp. 207–209. [In Russian]
5. A.F. Judina, E.A. Kobelev. *Innovacionnye tehnologii bestranshejnoj prokladki novyh i remonta staryh inzhenernyh setej* [Innovative technologies for trenchless (no-dig) laying of new and repair of old engineering networks]. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers]. 2017. No. 3. Pp. 101–108. [In Russian]
6. A. Kuliczowski, E. Kuliczowska, A. Zwierzchowska i in. Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska. Wydawnictwo Seidel-Przywecki. 2010. 735 p. [In Polish]
7. M. Mohanraj. Developed pipe bursting specifications using high density poly ethylene (HDPE). Bowling Green State University. 2015. No. 30. 53 p.
8. A.P. Rybakov. *Osnovy bestranshejnyh tehnologii* [Fundamentals of trenchless (no-dig) technologies]. Moscow. *PressBjuro №1* [Press Bureau No. 1]. 2005. 304 p. [In Russian]
9. G. Wei, R. Xu, B. Huang. Analysis of stability failure for pipeline during long distance pipejacking. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering. 2005. Vol. 24. Issue 8. Pp. 1427–1432.
10. V.A. Orlov, I.S. Hantaev, E.V. Orlov. *Bestranshejne tehnologii* [Trenchless (no-dig) technologies]. Moscow. *Izd-vo ASV* [Publishing House of the Association of Construction Universities ("ASV" Publishers)]. 2016. 223 p. [In Russian]
11. E.S. Gumen. *Opyt jekspluatacii gidravlicheskich razrushitelej na truboprovodah bol'shich diametrov* [Experience in operating hydraulic breakers on large pipelines]. *Zhurnal Rossijskogo obshhestva bestranshejnyh tehnologii* [Journal of the Russian Society of Trenchless (No-Dig) Technologies]. 2008. No. 9. Pp. 49–50. [In Russian]

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

[Analysis of energy efficiency and physical depreciation of the water heating system after ten years of exploitation. Pp. 38–43.](#)

Anton A. Eskin, PhD, Associate Professor; Nadezhda S. Tkach, senior lector; Daniil R. Diachenko, student, Polytechnic Institute of the Far East Federal University (Vladivostok city)

1. *Analiz potrebenija teplovoj jenerгии na otoplenie mnogokvartirnyh domov, kak sposob povyshenija jenergojeffektivnosti v sfere ZhKH* [Analysis of thermal energy consumption for heating apartment buildings as a way to improve energy efficiency in the housing and utilities sector]. *Analiticheskij centr pri Pravitel'stve RF* [Analytical Center for the Government of the Russian Federation]. Web-source: ac.gov.ru. Access data: May 22, 2021. [In Russian]
2. D.Ju. Zheldakov, A.S. Strongin. *Aktualizacija normativnoj bazy: SP 60.13330.2020 "Otoplenie, ventiljacija i kondicionirovanie vozduha"* [Updating the regulatory framework: The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice) 60.13330.2020

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

"Heating, ventilation and air conditioning". *AVOK* [Journal of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics (AVOK)]. 2020. No.6. Pp. 4–7. [In Russian]

3. *Klapany balansirovochnye avtomaticheskie Danfoss* [Danfoss automatic balancing valves]. "Danfoss", LLC. Web-source: open.danfoss.ru. Access data: May 24, 2021. [In Russian]
4. V.I. Panferov, E.Ju. Anisimova, S.V. Panferov. *Jefferktivnye jenergoberegajushhie reshenija pri teplosnabzhenii zdaniij* [Effective energy-saving solutions for heat supply of buildings]. *Vestnik JuUrGU. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of the South Ural State University. Series: Building and architecture]. 2015. No. 4. Pp. 40–48. [In Russian]
5. *Tarifj na teplosnabzhenie* [Tariffs for heat supply]. *MUPV "VPJeS"* ["Vladivostok enterprise of electrical networks" Municipal Unitary Enterprise of the Vladivostok city]. Web-source: vpes.ru. Access data: May 26, 2021. [In Russian]
6. S.M. Usikov, V.V. Djutin. *Ocenka neobhodimosti ustanovki avtomaticheskich reguljatorov perepada davlenija na dvuhtrubnyh stojakah sistemy vodjanogo otoplenija s točki zrenija vozniknovenija shumja* [Assessment of the need to install automatic differential pressure regulators on two-pipe risers of a water heating system in terms of noise generation]. *Izvestija KGASU* [Bulletin of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering]. 2019. No. 2. Pp. 197–203. [In Russian]
7. N.V. Shilkin. *Ocenka jekonomicheskoj jefferktivnosti osnashhenija otopitel'nyh priborov termoreguljatorami* [Evaluation of the economic efficiency of equipping heating devices with thermostats]. *Jenergoberezhenie* ["Energy saving" Magazine]. 2007. No. 4. Pp. 20–25. [In Russian]

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

[Reserching of heat and mass-exchange characteristic of recuperators on the example of a vegetable storage. Pp. 47–49.](#)

Sergey V. Belukov, PhD, Associate Professor; Yaroslav A. Shelest; Rushan Kh. Magzhanov, assistant, Moscow Polytechnic University

1. O.D. Samarin, M.S. Anshakova. *Obosnovanie primenenija jental'pinyh utilizatorov v sistemah ventiljacji i kondicionirovanija* [Justification of the use of enthalpy heat exchangers in ventilation and air conditioning systems]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2019. No. 4. Pp. 54–57. [In Russian]
2. *SP 131.13.330.2018* [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice) No. 131.13.330.2018]. *Stroitel'naja klimatologija* [Construction climatology]. Moscow. *Standartinform* [Russian Scientific-Technical Information Centre for Standardization, Metrology and Conformity Assessment ("Standartinform" Publishers)]. 2019. [In Russian]
3. *NTP APK 1.10.12.001* [Norms of technological design for the agro-industrial complex No. 1.10.12.001]. *Normy tehnologicheskogo proektirovanija predpriyatij po hraneniju i obrabotke kartofelja i plodoovoshhnoj produkcii* [Standards for technological design of enterprises for the storage and processing of potatoes and fruits and vegetables]. Moscow. *Giproniselprom* [State Research and Design Institute for the creation of storage facilities, processing of fruits and vegetables, greenhouses and artificial climate facilities ("Giproneeselprom")]. 2002. 161 p. [In Russian]
4. Moffitt R., Stanke D., Murphy J., Harshaw J. Air-to-Air Energy Recovery: Trane Engineers Newsletter Live. TraneCommercial. 2013. Web-source: youtube.com. Access data: June 25, 2021.
5. A. Bekker. *Sistemy ventiljacji* [Ventilation systems]. Moscow. *Tehnosfera* ["Technosfera", LLC]. *Evroklimat* ["Euroclimate", LLC]. 2005. 232 p. [In Russian]
6. O.Ja. Kokorin, Ju.M. Varfolomeev. *Sistemy oborudovanija dlja sozdanija mikroklimata posmeshenij* [Equipment systems for creating indoor microclimate]. Moscow. *Infra-M* ["Infra-M" Publishers]. 2012. 272 p. [In Russian]





ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВОДООТВЕДЕНИЯ И ВОДООЧИСТКИ

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ

- Насосы двустороннего входа **ДеЛиум** (DeLium)
- Консольные и консольно-моноблочные насосы **Кордис** (Kordis)
- Погружные скважинные насосы **Сирус** (Siris)
- Погружные канализационные насосы **Сидус** (Sidus)

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОДУКЦИИ ГРУППЫ ГМС

- Высокий КПД
- Увеличенный ресурс работы
- Европейские стандарты энергоэффективности
- Большой выбор материального исполнения
- Широкие типоразмерные ряды
- Современные конструктивные решения
- Высококачественные износостойкие материалы

ИНЖИНИРИНГ

- Проектирование объектов водоснабжения, водоотведения и водоочистки
- Проектирование гидротехнических сооружений
- Управление проектами

АО «ГИДРОМАШСЕРВИС»

Россия, 125252, Москва,
ул. Авиаконструктора Микояна, 12
телефон: +7 (495) 664 81 71
info@hms.ru
www.hms.ru



КОМПЛЕКСНЫЙ АУДИТ
И МОДЕРНИЗАЦИЯ
ОБЪЕКТОВ ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА И ЖКХ



ГМС ЛИВГИДРОМАШ
ЛИВНЫНАСОС
ЗАВОД ПРОМБУРВОД

реклама

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