



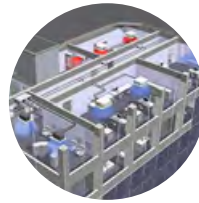
20

История
газовых
котлов



30

Надёжность
источников
энергии



36

О VRF-системах
с рекуперацией
тепла



42

Климатические
балки:
обзор



TECE CLUB

Сообщество
профессионального
монтажа



Бонусная программа



Страхование объектов



Личное портфолио

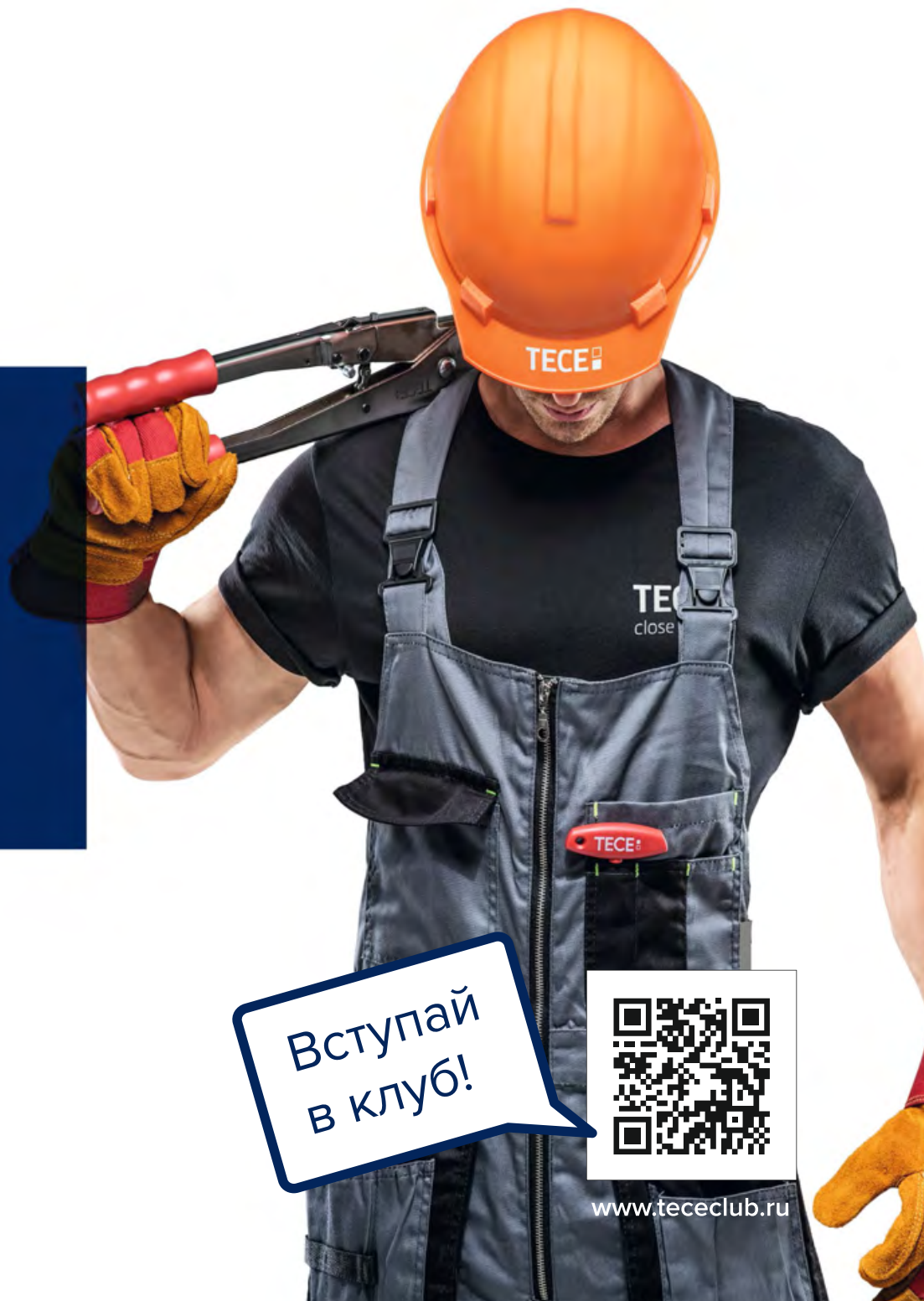


Обучение в Академии



Проектная поддержка

Реклама.



Вступай
в клуб!



www.tececlub.ru

DanfossCAD — расширяем возможности привычного инструмента

Новый плагин для AutoCAD с удобным функционалом для расчёта проектов отопления и теплоснабжения:

- Единая среда проектирования и расчёта
- Графическая документация проекта в соответствии с ГОСТ
- Конфигуратор узлов приборов отопления
- Автоматическая настройка структуры спецификации
- Автоматически настраиваемые выноски
- Динамичный фильтр элементов для выбора и редактирования

Выполнение
проекта
быстрее на

47%



НОВИНКА

Deluxe One



Новинка в семействе Deluxe, унифицированная база. Надежность и легкость в эксплуатации.



Встроенная сенсорная панель управления, с возможностью подключения умного Wi-Fi пульта



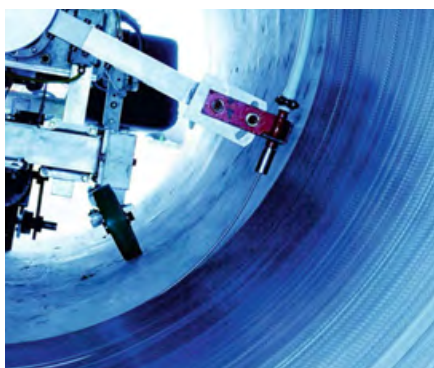
3-х ходовой смесительный клапан внутри котла для более удобного подключения к бойлерам косвенного нагрева.

На правах рекламы

navien



navien.ru



[Бестраншейный ремонт трубопроводов](#)

Приведены результаты исследования комбинированной технологии бестраншейной реновации трубопроводов. По результатам исследования можно констатировать, что применение описанной технологии возможно рассматривать как весомую альтернативу методам разрушения ветхих трубопроводов при их бестраншейном ремонте.

12



[История создания настенных газовых котлов](#)

В статье описана история, предшествующая созданию настенных газовых котлов, рассказано о видах искусственно получаемого «осветительного» горючего газа как топлива, применяемого для обогрева помещений и подготовки горячей воды в конце XIX — начале XX веков. Это вторая статья из цикла по истории создания настенных газовых котлов.

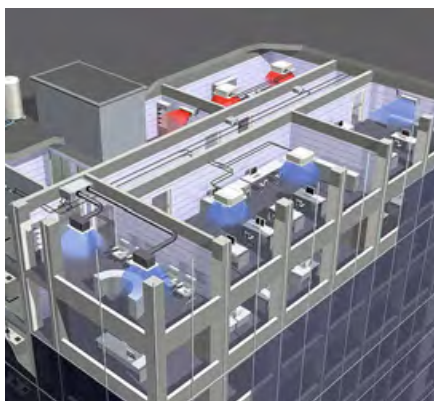
20



[Надёжность источников энергии в теплоснабжении](#)

Надёжность и энергоэффективность — это важнейшие факторы экономического развития России, одним из направлений которого является теплоснабжение. Автор рассказывает, как в России развивалась теплоэнергетика, в том числе теплоснабжение на основе когенерации, начиная с плана ГОЭЛРО.

30



[Энергоэффективность VRF-систем с рекуперацией тепла](#)

VRF-системы, то есть системы кондиционирования воздуха с переменным расходом хладагента, ежегодно увеличивают объёмы продаж на 15–20%. Несколько лет назад их продажи по совокупной холодопроизводительности обошли главного конкурента — чиллерные системы, достигнув 55% мирового рынка...

36



[Климатические балки для водо-воздушных систем](#)

Во всём мире водовоздушные системы кондиционирования воздуха традиционно применяются для крупных и многофункциональных зданий с большим числом помещений различного назначения. В данной статье автором представлен технический обзор эжекционных доводчиков для водо-воздушных систем.

42



[План ГОЭЛРО и 150 лет развития российской энергетической школы](#)

В 2020 году исполняется 100 лет со дня создания Государственной комиссии по электрификации России и разработке плана электрификации советской державы — ГОЭЛРО. В течение нескольких месяцев коллектив учёных и инженеров создал документ, на столетие вперёд определивший развитие нашей страны...

58

Новости

4

События

[В Уфе прошла выставка «Энергетика Урала» и запущена крупнейшая солнечная электростанция](#)

9

Сантехника и водоснабжение

[Тихие и надёжные системы канализации Poloplast от TECE](#)

10

[Комбинированная технология бестраншейного ремонта трубопроводов](#)

12

Отопление и ГВС

[Оптимальная трубная теплоизоляция Kailon](#)

15

[Самая мощная теплогенераторная 359,9 кВт от De Dietrich на базе настенных конденсационных котлов](#)

16

[История создания настенных газовых котлов. Городской и природный газ](#)

20

[Fondital: качество и услуги — сделано в России](#)

24

[Оценка теплового комфорта в помещении на основе результатов численного моделирования](#)

26

[Надёжность и эффективность источников энергии в системах теплоснабжения](#)

30

[Сверхнадёжная конструкция тёплого пола от EASTEC](#)

35

Кондиционирование и вентиляция

[Сравнение энергоэффективности VRF-систем с рекуперацией тепла](#)

36

[Климатические балки для водовоздушных систем](#)

42

Энергосбережение и ВИЭ

[Министром России продолжает срывать решения Правительства РФ и Федерального закона № 261-ФЗ. Часть 1](#)

50

[План ГОЭЛРО как результат 150-летнего развития российской энергетической школы](#)

58

[О вычислении гидродинамического сопротивления каналов произвольного сечения. Часть 2](#)

66

[Молекулярный генератор тепловой энергии нового поколения АТП-ТермаРОН: год спустя](#)

70

References

79

Одной строкой

- В сценарии «после Трампа» сектор солнечной энергетики США обещает рост в два раза больший (до 453 ГВт), чем «при Трампе» (до 235 ГВт), поскольку побеждающий на президентских выборах Джо Байден сможет «продать» продление налогового вычета на инвестиции Investment Tax Credit (ITC), который служит основной формой государственной поддержки солнечной энергетики в Штатах, и обязать устанавливать солнечные панели на правительственных зданиях. Также возможно, что планируемое Байденом возвращение США в Парижское соглашение по климату придаст сектору дополнительный импульс.
- Компания WILO RUS начала поставку OEM-насосов для интеграции в продукцию компании Thermex Energy. Интеграция насосов Wilo в тепловые насосы Thermex Energy позволяет существенно упростить систему управления оборудованием партнёра.
- Сибирская генерирующая компания и Центр инноваций «Инфосистемы Джет» разработали и внедрили комплексную платформу для отслеживания температуры в жилых помещениях. Впервые в России энергокомпания замеряла температуру в квартирах онлайн. Логгеры, компактными бытовыми устройствами, измеряющими температуру в жилом помещении и передающими данные по Wi-Fi на централизованный сервер, будут использоваться 5000 человек.
- Заместитель министра энергетики РФ Юрий Маневич сообщил, что в новой модели рынка тепла за отключения теплоснабжения и нарушение его качества, например, при низкой температуре теплоносителя, предусмотрены штрафы для Единой теплоснабжающей организации (ЕТО) в виде существенного снижения платы за тепло для потребителя.
- Заместитель мэра Москвы Петр Бирюков сообщил, что в связи с изменением погодных условий принято решение увеличить температуру теплоносителя в городской системе теплоснабжения. В настоящее время в магистральных сетях столицы она составляет 82–84 °С.
- В России растёт популярность биотоплива: в Санкт-Петербурге и Ленинградской области за последние два года спрос на древесные гранулы увеличился в разы. Совсем недавно, как утверждают участники pelletного рынка, твёрдые древесные гранулы можно было безубыточно производить только на экспорт.
- Возможно, жидкотопливные котельные станут экологичнее. Способ создания биодизеля представили учёные из Мельбурнского королевского колледжа: они использовали новый катализатор и произвели низкоуглеродистое дизельное топливо.



«Навиен Рус» – Компания года 2020

10 ноября 2020 года ООО «Навиен Рус» стал лауреатом престижной премии «Компания года» в категории «Поставщик отопительного оборудования». Вместе с этой наградой компании вручили почётную грамоту за реализацию крупномасштабного энергоэффективного проекта в Республике Удмуртия, который внёс вклад в развитие «зелёного» будущего всего региона.

«В этом году мы усердно работали, невзирая на все трудности и непреодолимые обстоятельства, вызванные мировой пандемией COVID-19. В это нелёгкое для всех время удостоиться звания “Компания года” — особая честь для нас, а также и ответственность. Мы будем и дальше делать всё возможное, чтобы поддерживать высокий уровень профессионализма и доверия наших потребителей и партнёров. Ведь именно наши совместные усилия привели нас к закономерной деловой победе. Горжусь своими коллегами и партнёрами за неравнодушие, личное участие и огромный вклад в продви-

жение бренда NAVIEN», — отметил руководитель по маркетингу «Навиен Рус» во время торжественной церемонии.

Начиная с 2016 года бренд NAVIEN был избран миллионами российских потребителей и уже трижды получал премию «Народная марка №1 в России».

Лауреатами премии «Лучшие в России» в 2020 году также стали крупнейшие национальные компании и организации: «Татнефть», X5 Retail Group, РЖД, «Альфа-банк», «Сбербанк», банк ВТБ.

Напомним, что премия «Лучшие в России», одна из старейших и наиболее значимых российских бизнес-премий, проводится с 1998 года и отмечает успехи отдельных персон, компаний и проектов за прошедший год. Лауреатов определяет экспертный совет, в который входят бизнесмены, общественные и политические деятели. Награды вручаются в категориях «Медиа», «Страхование», «Автомобилестроение», «Услуги и сервис», «Информационные технологии» и др.



TECE Club – сайт сообщества профессионального монтажа

Заработал сайт сообщества профессионального монтажа TECE Club. Приглашаются монтажники к регистрации и участию.



Бонусная программа TECE Club: приобретайте продукцию TECE, копите баллы и обменивайте их на профессиональный инструмент, фирменную одежду, сувениры и электронные сертификаты Ozon. Авторизованные дилеры TECE начисляют баллы участникам клуба за каждую покупку продукции TECE. Страхование объектов: регистрируйте объекты в личном кабинете, получайте страховые сертификаты с покрытием до €500 тыс. Портфолио участника клуба: создавайте личное портфолио из списка зарегистрированных объектов в личном кабинете, делитесь ссылками с заказчиками. Академия TECE: повышайте свою профессиональную квалификацию — выбирайте подходящий курс и записывайтесь на обучающие программы.

«Умные» насосы Lowara серии Smart Pump

Компания Xylem расширила линейку «интеллектуальных» насосов Lowara серии Smart Pump. Теперь к имеющимся моделям насосов типа «инлайн» в однофазном исполнении добавляются трёхфазные модели, а также модели сдвоенных насосов в одно- и трёхфазном исполнении.

Насосы Lowara серии Smart Pump сочетают в себе три ключевых элемента, которые обеспечивают исключительную надёжность, оптимальную экономию и малые сроки окупаемости: двигатель IE5 ультра-премиум класса — лучший в своём классе по эффективности, соответствует стандарту IEC 60034-30-2; электропривод (электродвигатель и преобразователь частоты) высшего класса энергоэффективности IES2, соответствует стандарту EN 50598-2; гидравлическая часть с исключительно высоким показателем индекса минимальной эффективности (MEI), соответствует нормам EU 54/2012.

Линейка новых насосов Lowara серии Smart Pump включает в себя: e-LNE Smart (380–440 В до 2,2 кВт и 208–240 В до 1,5 кВт), e-LNT Smart (208–230 В до 1,5 кВт) и e-LNT Smart (380–440 В до 2,2 кВт и 208–240 В до 1,5 кВт). Насосы Lowara серий e-LNE/LNT предназначены для применений, требующих особой надёжности и эффективности: системы водоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования. Насосы разработаны с соблюдением современных европейских стандартов и гарантируют непрерывную работу и снижение времени простоев. Помимо стандартного исполнения из чугуна, доступны различные

версии с корпусом и рабочим колесом насоса, изготовленным из самых современных материалов, включая эластомеры. Высокий гидравлический и электрический КПД, лёгкость и быстрота обслуживания позволяют снизить эксплуатационные затраты и обеспечить наилучший срок окупаемости.



Компактные размеры, низкие потери и гибкость в управлении являются преимуществами насосов Lowara серии Smart по сравнению с другими насосами с постоянной скоростью вращения. Интеграция в единую сеть управления упрощается благодаря широкому набору совместимых протоколов связи, включая аналоговые и цифровые входы. Интегрированная система управления насосов Lowara серии Smart обеспечивает гибкость управления и не требует подключения дополнительных внешних устройств. А интуитивно понятный интерфейс гарантирует простую установку и удобное подключение.

Завод «Про Аква» запустил производство новых фитингов

Компания «Эго Инжиниринг» представляет фитинги для дренажных трубопроводов Polytron ProDren — отвод и тройник для труб диаметром 110 мм. Новый продукт появится в продаже в начале ноября.



Фитинги для дренажных труб Polytron ProDren изготавливаются методом литья под давлением, благодаря чему они выгодно отличаются от сварных фитингов большей жёсткостью и лучшей стабильностью размеров. В отличие от фасонных частей для гладких труб, которые зачастую также используются при монтаже дренажных систем, специализированные дренажные фитинги имеют раструбы на всех подключениях, что позволяет фиксировать в них дренажные трубы без использования дополнительной муфты. Ещё одно важное преимущество — наличие специальных фиксаторов в дренажных фитингах, с их помощью дренажная труба надёжно закрепляется в фитинге.

Обновление BIM-моделей продукции Rifar

Компания «Рифар» обновила собственные библиотеки BIM-моделей алюминиевых и монолитных радиаторов для систем автоматического проектирования. Теперь они доступны для скачивания на официальном сайте компании в разделе «Документация» в подразделе BIM | CAD. Специалистам, использующим в проектах технологии BIM, теперь доступны решения на основе следующих моделей: Rifar Alum 200, Rifar Monolit 300, Rifar SUPReMO 800 и их модификаций для нижнего подключения — Ventil.

Purmo

Purmo покупает завод Bosch

Purmo Group заключила соглашение о приобретении 51% акций завода Bosch по производству еврорадиаторов в городе Энгельс Саратовской области. Bosch сохранит за собой 49% акций. После сделки завод будет производить радиаторы для обеих компаний на основе ежегодно согласованных объемов.



«Совместное предприятие с Bosch, ведущим мировым поставщиком технологий, приближит нас к лидерству в обеспечении устойчивого микроклимата внутри помещений. Это укрепит наши ведущие позиции на российском рынке и позволит нам обслуживать локальных клиентов ещё лучше, чем раньше. Мы очень воодушевлены и с нетерпением ждём развития нашей деятельности в России вместе с Bosch», — отметил Томаш Тарабура (Tomasz Tarabura), вице-президент подразделения радиаторов Purmo Group. Ханс-Юрген Оверштолц (Hansjürgen Overstolz), президент группы Bosch в России, добавляет: *«Мы с нетерпением ждём дальнейшего развития завода вместе с Purmo Group, известным производителем радиаторов».*

Завод был открыт в 2014 году для производства радиаторов для российского рынка и в настоящее время насчитывает около 110 сотрудников. Завершение сделки зависит от обычных условий, таких как контроль за слияниями и поглощениями со стороны властей в некоторых странах.

На данном этапе предполагается, что Purmo Group сможет поставлять радиаторы своим клиентам с завода в Энгельсе, начиная со второго квартала 2021 года. Завод будет включён в подразделение радиаторов Purmo Group.

Grundfos

Старт продаж насосных установок SCALA1

Grundfos SCALA1 — новая универсальная насосная установка, предназначенная для водоснабжения дома из колодцев и неглубоких скважин. Максимальная высота всасывания насосной установки — 8 м. Также она идеально подходит для повышения давления в уже существующей водопроводной сети, если напор в ней недостаточен.

Управление насосной установкой SCALA1 осуществляется через мобильное приложение Grundfos GO Remote. Для работы с приложением установке не требуются дополнительные устройства — соединение идёт напрямую по каналу связи Bluetooth. Посредством Grundfos GO Remote можно осуществить: выставление рабочего режима, настройку дополнительных параметров (в том числе сдвоенной работы SCALA1), считывание ошибок и аварий. Приведём основные характеристики универсальной насосной установки SCALA1. Насосная установка с фиксированной частотой вращения предназначена для водоснабже-



ния и повышения давления. Перекачиваемая жидкость — вода без абразивных или длинноволоконистых включений, не содержащая химически активных по отношению к материалам насосной установки веществ. Температура перекачиваемой жидкости от 0 до +45 °С. Тип присоединения — резьбовое трубное. Степень защиты — IPX4D. Уровень звукового давления менее 55 дБ(А). Количество включений не более 25 в час.

НИУ «МЭИ»

Доказана энергоэффективность инверторной системы отопления



Крупнейший в России вуз в области энергетики и электротехники — Национальный исследовательский университет «МЭИ» — провёл независимое испытание двух систем отопления. Для эксперимента была построена теплоизолированная камера, в которой возможен полноценный контроль всех тепловых потерь и теплопоступлений. С целью максимально объективной оценки обе системы тестируются в равных лабораторных условиях. Для системы на базе инверторных конвекторов были выбраны конвекторы Electrolux. Исследование показало, что система отопления на базе электрических конвекторов с технологией Digital Inverter (запатентованная технология ТПХ «Русклимат») не только является полноценной альтернативой водяным отопительным системам, но также имеет беспрецедентно более высокие показатели энергетической и эксплуатационной эффективности.

Новое решение позволяет экономить до 40% затрат на отопление ежегодно. В условиях борьбы за каждый процент эффективности 40% — рекордный показатель. В абсолютном выражении для дома площадью 100 м² экономия на электрической энергии составляет от 60 тыс. до 70 тыс. руб. в год. Результаты исследования запротоколированы официальным отчётом.

По словам доцента кафедры теплообменных процессов и установок НИУ «МЭИ», к.т.н. Андрея Арбатского, по характеристикам энергетической эффективности и качеству работы для пользователя система отопления на базе инверторных электрических конвекторов оказывается лучше, чем система с водяными радиаторами, снабжённая электрокотлом. Специалист считает, что это дешевле с точки зрения стоимости ввода в эксплуатацию, трудозатрат на поддержание работоспособности. По словам А. А. Арбатского, кроме измерения энергоэффективности, в рамках данного эксперимента в Московском энергетическом институте получили уникальный критерий качества работы системы отопления, не применяемый никем ранее. Г.-н Арбатский предлагает использовать данный критерий при разработке любых отопительных приборов для корректной оценки качества работы системы отопления.

«Россети» начали реализацию дорожной карты по внедрению накопителей электроэнергии

Группа «Россети» приступила к реализации мероприятий дорожной карты по внедрению систем накопления электроэнергии (СНЭ), сообщила группа. Межведомственная рабочая группа при Минпромторге подготовила дорожную карту, в числе основных участников Минэнерго, «Росатом», «Россети», «Роснано». Со стороны «Россетей» дорожную карту подписал первый заместитель генерального директора, главный инженер Андрей Майоров. «Россети» на первом этапе проведут научно-исследовательские изыскания по выбору оптимальных технологий СНЭ для нужд электросетевого комплекса, определят перспективные направления работы, а также потребности в совершенствовании нормативно-правовой базы», — говорится в сообщении ТАСС.

Источник: ТАСС.

В 2021 году планируется разработка и утверждение стандарта применения СНЭ на электросетевых объектах, а в 2022-м необходи-



мые изменения должны быть внесены в техническую политику «Россетей», уточнили в группе. Возможности накопителей позволят решить ряд вопросов, связанных с необходимостью непрерывного производства и передачи электроэнергии независимо от колебаний объемов потребления.



Энергетика

Поставщики предложили изменить закон о замене приборов учёта электроэнергии

Ассоциация гарантирующих поставщиков и энергосбытовых компаний (ГП и ЭСК) направила в Государственную Думу РФ предложения по изменению закона об «умных» счётчиках. Представители профильных отраслей предлагают отказаться от точечной установки «интеллектуальных» приборов учёта.

Как устанавливает Федеральный закон от 27 декабря 2018 года №522-ФЗ, с 1 июля 2020 года вышедшие из строя счётчики электроэнергии должны быть заменены на новые, а с 1 января 2022 года все устанавливаемые приборы должны передавать данные в энергетическую компанию. Поставщик должен устанавливать «умные» счётчики самостоятельно и за свой счёт, а также обязан следить за исправностью приборов.

По мнению представителей отрасли, менять счётчик в каждой отдельной квартире экономически нецелесообразно, и замена должна осуществляться во всём доме целиком либо не проводиться вообще. Решение о замене приборов учёта по каждому дому должна принимать региональная администрация.

Источник: «Известия».

«Хевел»

Новочебоксарский завод «Хевел» произвёл двухмиллионный гетероструктурный модуль



Первый солнечный модуль был выпущен в июле 2017 года, когда группа компаний «Хевел» завершила первый этап модернизации технологической линии и приступила к выпуску продукции по принципиально новой технологии — гетероструктурной.

Солнечные модули, произведённые по технологии гетероструктурного перехода, сочетают в себе преимущества традиционных кремниевых технологий (тонкоплёночной и кристаллической). Они эффективно работают в пасмурную погоду и в условиях экстремальных температур (от -40 до +85 °С), отличаются высокой эффективностью преобразования солнечного света в электроэнергию.

Высокий КПД позволяет снизить затраты не только на производство самих изделий, но и на строительство солнечных электростанций в результате сокращения объёма строительных материалов, вспомогательного оборудования и площади земельного участка.

За три года среднесуточное производство модулей выросло в два раза. Например, если в 2017 году на заводе ежедневно выпускали 1250 штук, то сейчас в сутки изготавливают уже 2600 односторонних и двусторонних модулей. За девять месяцев 2020 года на заводе произведено 620 тыс. высокоэффективных солнечных модулей общей мощностью 210 МВт. Это на 34% больше, чем за аналогичный период прошлого года.

Производственные мощности были увеличены за счёт установки дополнительного оборудования, повышения пропускной способности производственной линии и оптимизации технологических процессов. Расширение и модернизация производства были реализованы при поддержке Фонда развития промышленности и Фонда развития моногородов. Общий размер инвестиций в модернизацию производства составил около 7 млрд руб., в том числе льготные займы в сумме 1,15 млрд руб. от Фонда развития промышленности и 1 млрд руб. — Фонда развития моногородов.

Солнечные модули «Хевел» применяются при строительстве крупных сетевых солнечных электростанций в различных регионах Российской Федерации и за рубежом. Часть продукции направляется на реализацию проектов энергоснабжения промышленной инфраструктуры и частных домохозяйств.

MVI

Новый плагин для Autodesk Revit от MVI

Новый плагин для Autodesk Revit от MVI является надстройкой с каталогом MVI, который аккумулирует в себе всю линейку продукции MVI и позволяет быстро находить, выбирать и размещать в проекте необходимые семейства. В процессе работы с надстройкой загружаются только выбранные в интерфейсе семейства, что позволяет не перегружать проект. Кроме того, данная надстройка загружает типы труб MVI с настроенной трассировкой. Скачать данный плагин можно на официальном сайте MVI-Rus, а также на популярных сайтах ProRuBIM и BIMlib с библиотеками моделей для Revit.

ГК «Росатом»

«Росатом» будет работать на рынках накопителей энергии под брендом Re nera

ГК «Росатом» завершил формирование отраслевого интегратора по бизнес-направлению «Накопители энергии» — ООО «Рэнера», которое будет заниматься развитием и продвижением накопителей энергии для электротранспорта, ВИЭ-станций и обеспечения бесперебойного энергоснабжения. Об этом говорится в сообщении топливной компании госкорпорации «ТВЭЛ». ООО «Рэнера» создано на базе входящего в ГК «ТВЭЛ» ООО «Катодные материалы». Новая компания будет работать под торговой маркой Re nera.



Основная линейка продукции компании-интегратора — литий-ионные тяговые батареи для электротранспорта, а также стационарные системы для накопления электроэнергии (продукция для аварийного и бесперебойного энергоснабжения, накопительные системы для возобновляемых источников энергии и сглаживания графика нагрузки). В портфеле интегратора — более 120 реализуемых и исполненных проектов по поставке литий-ионных накопителей энергии. Реализованы контракты по модернизации логистического электротранспорта, оснащению систем оперативного постоянного тока и источников бесперебойного питания литий-ионными накопителями электроэнергии. Генеральный директор «Рэнера» Эмин Аскеров отмечает, что компания предлагает клиентам комплексное решение от технико-экономического обоснования и проектирования до установки оборудования и постгарантийного обслуживания. Вместе с этим «Рэнера» готова выполнять индивидуальные требования заказчиков по техническим параметрам, а также предоставляет гибкие условия и форматы сотрудничества.

WILO

WILO расширила линейку оборудования по контролю качества воды

WILO расширила линейку оборудования по контролю качества воды за счёт автоматических установок поддержания давления Wilo Sinum и вакуумных дегазаторов Wilo Tagus vac. Автоматические установки поддержания давления Sinum используются для хранения излишнего объёма воды вследствие расширения, деаэрации и автоматической подпитки системы с помощью интегрированного блока управления, оборудованного современной микроэлектроникой. Эффективность баков Sinum на 80% независима от статической высоты системы. Это идеальное решение для крупных или высоких установок с ограниченным в применении стандартным мембранным расширительным оборудованием. Преимущества Wilo Sinum: низкие инвестиционные затраты и экономия места; высокая энергоэффективность и экономия; простота установки и обслуживания; лёгкая настройка и высокая точность измерения и контроля давления в системе; эффективная дегазация; возможность подключения Sinum к BSM для передачи рабочих параметров и предупреждений. Wilo Tagus vac применяется для дегазации систем отопления и охлаждения. Wilo Tagus — это ступенчатый дегазатор, который использует разряжение для высокоэффективной дегазации замкнутых систем и обеспечивает автоматическое заполнение системы после



дегазации воды. Преимущества Wilo Tagus vac: высочайшая надёжность процесса для удаления растворённого газа; эффективная деаэрация и подпитка очищенной жидкости; качественная дегазация в системах с низкой и высокой температурой, а также в системах с большой высотой; быстрый процесс заполнения; собран и готов к подключению; операции по очистке производятся через интуитивно понятный интерфейс.

ООО «НПО «РАСКО»

Новинка: реле перепада давлений ДЕМ-202Р

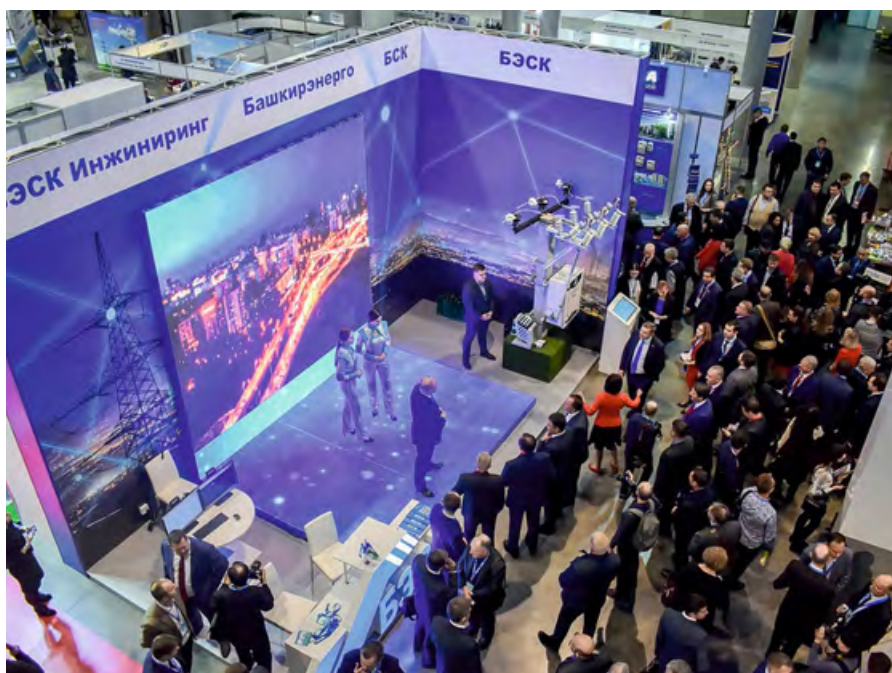
ООО «НПО «РАСКО» предлагает новое реле перепада давлений серии ДЕМ-202Р, предназначенное для сигнализации и двухпозиционного регулирования давления жидких и газообразных сред путём замыкания или замыкания электрических контактов, а также для управления работой циркуляционных насосов с частотным регулированием. Реле перепада давлений серии ДЕМ-202Р могут применяться в системах отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования для контроля перепада давлений (расхода) в теплообменниках, в циркуляционных насосных и вентиляторных установках, а также во многих других отраслях промышленности. Существенные отличия ДЕМ-202Р: одноканальное и двухканальное исполнения и минимальное значение уставки от 5 кПа и зоны возврата от 3 кПа. Прибор в двухканальном исполнении совмещает в себе функции двух приборов в одном корпусе. Каждый канал



может настраиваться на выбранную уставку независимо один от другого. Это удобное и экономичное решение. Благодаря высокой чувствительности и низкому гистерезису реле перепада давлений ДЕМ-202Р могут с успехом применяться не только для мониторинга и управления работой циркуляционных насосов в системах отопления и горячего водоснабжения, но также и в системах вентиляции, кондиционирования и тепловых насосах.

В Уфе прошла выставка «Энергетика Урала» и запущена крупнейшая солнечная электростанция

В городе Уфе завершились Российский энергетический форум и специализированная выставка «Энергетика Урала».



В церемонии торжественного открытия приняли участие руководитель администрации главы Башкирии Александр Сидякин, первый заместитель министра промышленности, энергетики и инноваций Республики Башкортостан Тимур Герасимов, руководители профессиональных энергетических союзов и ассоциаций, гости из соседних регионов.

Александр Сидякин отметил, что, несмотря на пандемию, Российский энергетический форум собрал большое количество участников. Потому что традиции этого форума очень сильны, республика всегда славилась и славится энергетическими и энергоэффективными традициями. На площадке форума Александр Сидякин дал пуск солнечной электростанции «Стерлибашевская» (Калмыкская) в одноимённом районе Башкортостана.

Солнечная электростанция «Стерлибашевская СЭС» введена в эксплуатацию с установленной электрической мощностью в 25 МВт. Выдача электрической энергии будет осуществляться в энергосистему республики посредством линии электропередачи 10 кВ через объекты электросетевого хозяйства ООО «Башкирэнерго». Объём инвестиций по проекту составил 3,4 миллиарда рублей, создано 12 новых рабочих мест.

Солнечная электростанция «Стерлибашевская» преобразовывает энергию видимого спектра солнечного излучения в электрический ток постоянного напряжения при помощи 72 640 монокремниевых фотоэлектрических модулей, устанавливаемых на 1365 специальных опорных конструкциях — базовых столах по 52–56 штук.



В выставке приняли участие более 70 ведущих отечественных разработчиков, производителей и поставщиков энергетического и электротехнического оборудования из 14 регионов страны, в том числе Москвы, Санкт-Петербурга, Чувашии, Татарстана, Красноярского края, Свердловской, Челябинской, Самарской областей, Пермского края, Удмуртии и других субъектов России.

На площадке выставки была представлена уникальная экспозиция электромобилей «Башкортостан выбирает экологичный транспорт. Заряжайся и Алга!». На форуме в числе важнейших вопросов также обсуждались вопросы развития зарядной инфраструктуры электрических зарядных станций для электромобилей, число которых растёт год от года.

Мероприятия Российского энергетического форума прошли в гибридном формате — с участием спикеров как на площадке Форума, так и онлайн посредством видеосвязи. Ключевым событием форума стала Стратегическая сессия «Современные вызовы энергетики: взгляд 2035».

Всего в рамках форума в течение трёх дней состоялись 20 отраслевых секций с участием более 150 спикеров из 12 городов России — Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Иркутска, Челябинска, Махачкалы, Чебоксар, Екатеринбурга, Самары, Саратова, Перми, Уфы.

Главными темами форума явились вопросы развития цифровизации энергетической отрасли, внедрения «умных» сетей, локализации энергооборудования, применение перспективных технологий ВИЭ, энергосервис, а также подготовка инженерных кадров.

В этом году содействие в проведении деловых секций оказали Федеральное министерство экономики и энергетики Германии, а также Немецкое энергетическое агентство (DNA). В работе форума в формате онлайн приняли участие эксперты из Германии и Швейцарии.

В рамках выставки и форума соблюдались беспрецедентные меры предосторожности для участников и посетителей: измерение температуры, масочно-перчаточный режим, дезинфекция всех поверхностей и многое другое. ●

САНТЕХНИКА
И ВОДОСНАБЖЕНИЕ



Тихие и надёжные системы канализации POLOPLAST от TECE

Компания TECE расширяет реализуемый ассортимент сантехнической продукции в России. Уже сегодня вы сможете приобрести у нас системы внутренней канализации австрийского производителя POLOPLAST. Данные системы предназначены для создания внутренней и наружной придомовой канализации серий POLO-KAL NG и POLO-KAL 3S, имеющих высокую степень звукоизоляции.

Материал подготовлен пресс-службой компании ООО «ТЕСЕ Системс»

POLOPLAST — это не бренд, заказывающий для себя продукцию на восточных промплощадках, а производитель с многолетней историей, специализирующийся на разработке и изготовлении трубопроводов для внутреннего и наружного водоотведения. Компания POLOPLAST за 60 лет выработала собственные инновационные решения в производстве пластиковых трубопроводных систем и композитных полимерных материалов. Тщательно продуманный подход, учитывающий потребности коммерческого и частного строительства, позволил компании вырасти из небольшого регионального производителя в одного из лидеров европейской трубопроводной индустрии.

Шумоизоляция – «на высоте»

Труба, изготовленная по проверенной и испытанной трёхслойной технологии, надёжно поглощает весь шум потока. Высокие показатели защиты от шума обеспечиваются инновационной трёхслойной структурой труб. Наружный ударопрочный и жёсткий слой из полипропилена (PP) обеспечивает оптимальную продольную устойчивость и защиту поверхности от повреждений. Благодаря ему труба сохраняет высокую ударную вязкость. Второй (промежуточный) слой изготовлен из высококристаллического полипропилена

с армирующими минеральными добавками. И наконец внутренний — из особо гладкого PP. На поверхности данного полипропилена не образуются отложения, за счёт чего гарантирован оптимальный слив. Кроме того, такая поверхность невосприимчива к воздействию агрессивных химических веществ.

Отсутствие в материалах, из которых изготовлены трубы POLOPLAST, галогенов, кадмия и тяжёлых металлов делает их по-настоящему безопасным продуктом, соответствующим высоким экологическим требованиям. При этом трубы стабильно функционируют при температуре +95°C и выдерживают кратковременное воздействие температуры +97°C.



❖ Трубы POLOPLAST изготовлены по трёхслойной технологии [1 — наружный ударопрочный и жёсткий слой из полипропилена (PP); 2 — второй слой из высококристаллического PP с армирующими минеральными добавками; 3 — третий (внутренний) слой из особо гладкого PP]

Однако трубы не только жаропрочны, но и морозоустойчивы: они безупречно проходят испытания на ударопрочность, а также на жёсткость при изгибе даже при температуре -20°C.

Надёжность систем канализации, собранных из продукции POLOPLAST, гарантирована проверенным практикой методом организации соединений в трубопроводах — элементы инженерной системы стыкуются с помощью прецизионных литых раструбов с уплотнительным кольцом.



Далее мы рассмотрим технические характеристики и возможности труб семейства POLOPLAST, предназначенных для решения тех или иных задач при проектировании и монтаже канализации современного здания.



POLO-KAL 3S

Трубы POLO-KAL 3S были специально созданы для обустройства гравитационной канализации внутри зданий, имеют кольцевую жёсткость 4 кН/м², коэффициент линейного удлинения 0,09 мм/(м·К) и модуль упругости 1000 МПа. Отметим, что при создании инженерной системы с использованием POLO-KAL 3S открываются дополнительные возможности за счёт наличия в перечне монтажных элементов специальных патрубков, обеспечивающих герметичное соединение с трубами из чугуна и фиброцемента. Отводы, тройники, крестовины, двухраструбные муфты и прочие традиционные комплектующие представлены по умолчанию.



POLO-KAL NG

Трубы POLO-KAL NG обладают ещё более впечатляющими параметрами, нежели POLO-KAL 3S. Минимальное линейное удлинение этого вида труб составляет 0,05 мм/(м·К), кольцевая жёсткость варьируется в зависимости от диаметра и может быть не менее 6,0 или 8,0 кН/м². POLO-KAL NG обладают модулем продольной упругости в 2400–3100 МПа. Данный показатель отражает способность материала оказывать сопротивление сжатию и растяжению. Высокая морозоустойчивость, о которой шла речь выше, относится именно к этим трубам, которые предназначены для создания не только внутренней, но и наружной канализации. Их можно укладывать даже в зимнее время за счёт неизменной ударной прочности, которую труба сохраняет до -20°C.

В трубную систему POLO-KAL NG производитель включил такую важную деталь, как хомут POLO-KAL NG ASV. Этот монтажный элемент «держит» соединение, даже если усилие разъединения достигает до 600 кг. Такая стойкость очень уместна, когда необходима надёжная фиксация раструбных соединений в условиях повышенных нагрузок. В качестве примера можно привести работу труб в системе водоотведения при откачивании сточных вод мощными насосами.



⌘ Хомут POLO-KAL NG ASV

Шумоизолирующие свойства труб, как POLO-KAL NG, так и POLO-KAL 3S, не вызывают сомнений, поскольку они с честью выдержали испытания по наиболее строгим критериям оценки систем водоснабжения и водоотведения — это стандарт EN 14366 «Стеновые измерения уровня шума, производимого оборудованием внутренней канализации».

Приятный бонус – POLO-EHP control

Первым, весьма уместным и практичным дополнением к списку элементов системы канализации POLOPLAST, базирующейся на решениях POLO-KAL NG и POLO-KAL 3S, являются ревизионные модули POLO-EHP control, которые представляют собой внушительных размеров люки. Выбор большого размера продиктован заботой ТЕСЕ о пользователе: люк удобен для проведения фото- и видеоконтроля. В решении предусмотрен герметичный запирающий механизм. Он не требует специальных инструментов для открытия, а отсутствие винтовых креплений полностью защищает его от коррозии в процессе эксплуатации системы.



⌘ Ревизионный модуль POLO-EHP control



⌘ Крепёжный хомут POLO-CLIP HS

Тотальная звукоизоляция: используем POLO-CLIP HS

Помимо уплотнённых раструбных соединений и тщательно выверенной конструкции труб, звукоизоляцию дополнительно обеспечивают шумопоглощающие крепёжные хомуты POLO-CLIP HS. Высокоэффективная акустическая развязка, обеспечиваемая данными элементами, объясняется большой силой прижима. Блокирует передачу звука и материал, из которого сделаны хомуты, — современный композит, представляющий собой сочетание мягкого ТРЕ и твёрдого РР. Кроме того, POLO-CLIP HS имеют мягкие наклонные рёбра с воздушной прослойкой между ними. И завершают картину звукоизолирующих свойств POLOPLAST штатные монтажные комплекты, которые могут иметь в своём составе специальные шумозащитные элементы RBT для опорных пластин.

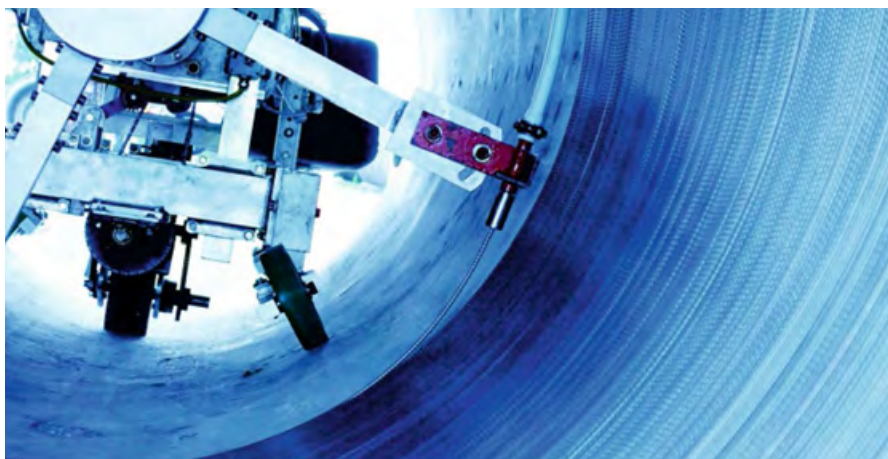


20-летняя гарантия

Все вышеперечисленные преимущества систем канализации подтверждаются уверенностью производителя в их безупречной работе. Именно поэтому компания POLOPLAST не только декларирует бескомпромиссное качество, но и официально подтверждает его 20-летней гарантией на трубы и все элементы системы.

Широкий ассортимент на складах ТЕСЕ

Мы поддерживаем широкий ассортимент продукции POLOPLAST в достаточном количестве на главном и региональных складах ТЕСЕ, поэтому потребители могут быть уверены в доступности необходимых им систем, а также отдельных комплектов в любое время. ●



Комбинированная технология бестраншейного ремонта трубопроводов

Введение

Современный этап развития систем водоснабжения в России характеризуется старением инженерной инфраструктуры городов и населённых пунктов [1, 2]. По статистическими данными [3], протяжённость ветхих трубопроводных сетей, подлежащих замене по всей территории РФ, составляет свыше 194 тыс. км, по городу Москве — 6926 км, что ведёт к утечкам и другим негативным последствиям. На основании представленных данных можно сделать вывод о необходимости увеличения темпов реновации действующих инженерных сетей с использованием наиболее совершенных методов их санации. В данной работе рассмотрен метод бестраншейного восстановления трубопроводов, как один из наиболее прогрессивных на сегодняшний день [4, 5].

В настоящее время при реализации бестраншейной реконструкции трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения используются четыре вида внутренних защитных покрытий, к которым относятся: набрызговые оболочки, сплошные покрытия, спиральные облицовки и точечные покрытия.

Сущность метода нанесения набрызговых оболочек заключается в центробежном набрызге минерального или ор-

ганического материала на внутреннюю поверхность трубопровода посредством механических устройств, рабочей частью которых является разбрызгивающая головка. Требуемая толщина наносимого покрытия (количество слоёв) определяется возрастом труб, остаточной толщиной их стенок и степенью износа.

При реализации метода нанесения сплошных покрытий осуществляется протягивание длинномерных и коротких трубных модулей, а также протаскивание в saniруемый трубопровод тонкостенных полимерных рукавов.

При использовании спиральных (навивочных) оболочек происходит формирование обсадной трубы высокой прочности внутри реконструируемого трубопровода. Наматываемая лента заводского производства подаётся с бобины в навивочную машину, которая может быть стационарной или передвижной по направлению к следующему колодцу. Завершаю-

В данной работе рассмотрен метод бестраншейного восстановления трубопроводов, как один из наиболее прогрессивных на сегодняшний день

Рецензия эксперта на статью получена 03.11.2020 [Expert review on the article received on November 3, 2020].

УДК 628.462. Научная специальность: 05.23.04.

Комбинированная технология бестраншейного ремонта трубопроводов

В. А. Орлов, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой водоснабжения и водоотведения; **М. А. Иншанова**, студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Приведены результаты исследований комбинированной технологии бестраншейной реновации трубопроводов, которая потенциально может быть использована для ремонтно-восстановительных работ на ветхих трубопроводах систем водоснабжения и водоотведения, позволяя обеспечить наиболее продолжительный и эффективный результат по локализации одновременного присутствия различных типов дефектов трубопроводов и повышению их несущей способности. По результатам исследования можно констатировать, что применение описанной комбинированной технологии возможно рассматривать как весомую альтернативу методам разрушения ветхих трубопроводов при их бестраншейном ремонте.

Ключевые слова: ремонт трубопроводов, бестраншейные технологии, комбинация методов, эффективность использования.

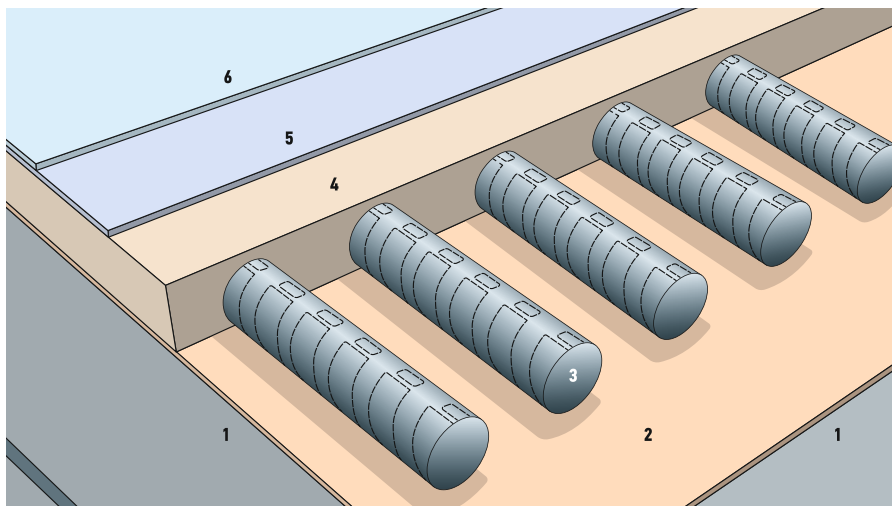
UDC 628.462. The number of scientific specialty: 05.23.04.

The combined technology for trenchless pipeline rehabilitation

V. A. Orlov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Water Supply and Wastewater Disposal; **M. A. Inshakova**, student, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

The article presents the results of the study of the combined technology for trenchless pipeline rehabilitation, which potentially can be used for repairing decrepit water supply and sewage pipelines. The technology provides long-lasting and effective quality for simultaneous localization of different types of pipeline defects and for increasing their load bearing ability. The results of the study confirm, that the application of the described technology is a prospective trenchless technology in comparison to damaging ones.

Key words: trenchless technologies, pipeline rehabilitation, new technical solutions, operation of pipelines, efficiency.



⚡ **Рис. 1.** Конструктивная схема восстановления трубопровода с последовательно наносимыми защитными слоями [1 — фрагмент восстанавливаемой трубы; 2 — полимерное волокно (местное покрытие); 3 — слой арматуры в виде проволоки (навивочный метод); 4 — слой, заполняющий межарматурное пространство (набрызг); 5 — слой усиленного полимерного полотна (местное покрытие); 6 — поверхностный (финальный) набрызгиваемый слой]

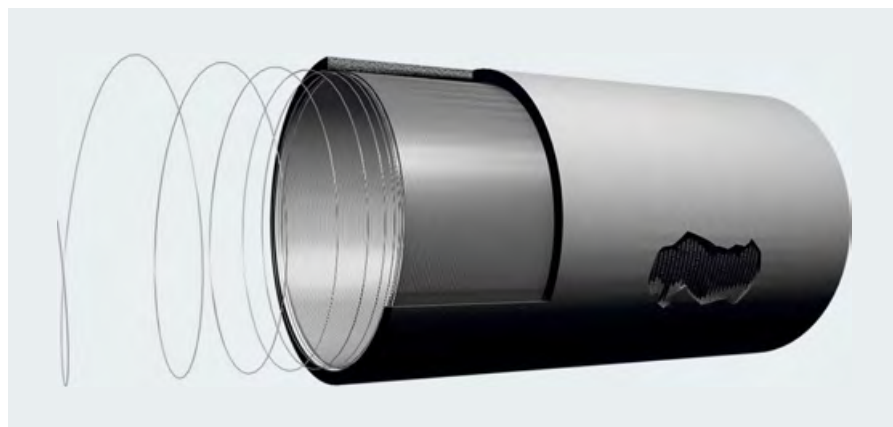
щим этапом работ является заполнение межтрубного пространства.

Реконструкция с использованием точечных покрытий направлена на устранение крупных свищей, коротких трещин и расхождений в стыках труб. Локализация дефектов выполняется посредством нанесения выбранного материала на соответствующий тип повреждений трубопровода. Материалом могут являться: профильные резиновые уплотнители-бандажи, волокнистые материалы с пропиткой, жидкие и полужидкие растворы, твердеющие после нанесения на повреждённые поверхности, и т.д. [6].

Методы и материалы

Исследование состоит в анализе возможности применения комбинированной технологии по бестраншейной санации трубопроводов без использования разрушающих методов.

Материалом для исследования послужили техническое описание и характеристики продукта производителя Structural Technologies [7], а также доклад научных сотрудников компании [8].



⚡ **Рис. 2.** Схематичное изображение участка трубопровода до восстановления по технологии StrongPIPE Hybrid FRP компании Structural Technologies (США)

Теоретическая и практическая значимость проведённой работы состоит в исследовании возможности достижения наиболее совершенных с точки зрения конструктивного строения метода по реконструкции трубопроводов.

Разработанная американской компанией Structural Technologies технология имеет название StrongPIPE Hybrid FRP. Данная инновационная технология является сочетанием методов реконструкции местным покрытием, набрызгом и навивочной технологией, что позволяет назвать её комбинированной.

Комбинированный метод заключается в послойной реновации трубопровода. Предлагаемая последовательность расположения защитных слоёв представлена на рис. 1.

В соответствии с типовыми решениями поверхность восстанавливаемой трубы должна быть подвергнута очистке в целях подготовки основания для санации, что может быть произведено ручным или



механизированным способом. Поскольку система направлена на решение локализации широкого спектра дефектов трубопроводов, предполагается наличие крупных свищей и трещин (рис. 2).

Для решения подобных проблем предусмотрено наличие местного покрытия, которое перекрывает места разрушений и выполняет функцию первого восстанавливающего слоя. Базовый слой наносится вручную. Далее следует слой, который необходим для восстановления требуемой несущей способности трубы для формирования соответствующей кольцевой жёсткости. Шаг арматуры и толщина прутьев должны быть определены расчётным методом в зависимости от требуемых характеристик.

Для инкапсуляции арматуры необходимо заполнение межарматурного пространства. Применяемый в этих целях

раствор может состоять из органических или минеральных соединений. Толщина данного слоя напрямую зависит от диаметра арматуры. Пятый слой представляет собой границу между финальным слоем и наполнителем арматуры; он выполняется из полимерного волокна и имеет малую толщину. Финальный слой является наиболее ответственной частью системы, ведь именно он контактирует с транспортируемой по трубопроводу жидкостью и влияет на гидравлические характеристики потока. Материал завершающего слоя также зависит от функциональности трубы и может выполняться с использованием органического или минерального растворов.

Комбинированная технология санации трубопроводов является перспективной для применения в области реконструкции водопроводных и водоотводящих сетей, а также базой для проведения последующих научных исследований

В качестве примера использования рассматриваемой технологии можно привести опыт компании Structural Technologies, где исследованию подлежали напорный и безнапорный трубопроводы номинальным диаметром от 42" (105 мм) и более. В докладе [8], озвученном на профильной конференции «Структурная реабилитации труб большого давления», прошедшей в Лос-Анджелесе (штат Калифорния, США) в январе 2016 года, описан опыт восстановления городского трубо-



•• Оборудование Structural Technologies для реализации технологии StrongPIPE Hybrid FR

провода в Майами (штат Флорида, США) посредством использования технологии StrongPIPE Hybrid FRP и приведены результаты осмотра объекта спустя десять месяцев эксплуатации. В выводах экспертизы отмечалось удовлетворительное состояние внутренней поверхности трубопровода и отсутствие каких-либо повреждений (рис. 3).

Результаты исследования и обсуждение

К преимуществу технологии можно также отнести обеспечение несущей способности трубопровода, восстановленного комбинированным методом. К некоторому неизбежному удорожанию представленной технологии относится то, что возрастает количество операций с использованием ручного труда, так как полимерное волокно наносится вручную. Наблюдается также некоторое увеличение материалоемкости в процессе реализации технологии, однако время производства работ при этом увеличивается незначительно.

Рассмотренная комбинированная технология санации трубопроводов является перспективной для применения в области реконструкции водопроводных и водоотводящих сетей, а также базой для проведения последующих научных исследований по совершенствованию методов бестраншейной реновации и модернизации инженерных сетей.

Выводы

1. Проведён анализ существующих технологий бестраншейного ремонта трубопроводов с выделением четырёх основных типов защитных покрытий.
2. Представлена сущность комбинированной технологии StrongPIPE Hybrid FRP американской компании Structural Technologies бестраншейного восстановления трубопроводов, сочетающая в себе местный ремонт, набрызгиваемую и навивочную технологии для обеспечения надлежащей физической целостности трубопроводной системы после ремонта и её несущей способности. ●



•• Рис. 3. Общий вид восстановленного комбинированной технологией трубопровода

1. Шлычков Д.И. Технико-экономическая оценка структурного восстановления трубопроводов систем водоснабжения в современных экономических условиях // Инновации и инвестиции, 2019. №10. С. 268–271.
2. Шлычков Д.И. Проблемы технического состояния действующих трубопроводных систем // Инновации и инвестиции, 2020. №4. С. 207–209.
3. ЕМИСС. Государственная статистика [Электр. текст]. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: fedstat.ru. Дата обращ.: 10.10.2020.
4. Романов Н.Р. Низкая надёжность, отказы и реконструкция инженерных сетей // Integral, 2020. №3. С. 54–58.
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. Орлов В.А., Хренов К.Е., Орлов Е.В. Инженерно-технологическая реконструкция систем водоснабжения и водоотведения: Учебник. — М.: Изд-во АСВ, 2019. 290 с.
7. Structural Technologies. Structural Group Inc. Web-source: structuraltechnologies.com.
8. Aguiar L., Pridmore A. Using StrongPIPE Hybrid FRP for PCCP Rehab in Miami-Dade System. Proc. of Large Pressure Pipe Structural Rehabilitation Conference. Water Research Foundation. Los Angeles, US. January, 2016. 24 p. References — see page 79.

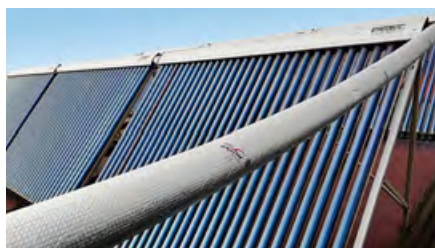
ОТОПЛЕНИЕ И ГВС



Оптимальная трубная тепло- изоляция Kailon

Перечень видов трубной теплоизоляции в России совсем невелик, и каждый из них обладает не только рядом преимуществ, но и существенными недостатками, что определённым образом сужает область их применения. Однако на рынке термоизоляции появился материал нового поколения, безупречный практически во всех сферах применения.

Материал подготовлен пресс-службой компании «ИСТЭК» (EASTEC)



❖ Завод Kyung Hyang Cell (Южная Корея)

Один из мировых лидеров среди экологически безопасных промышленных предприятий — завод Kyung Hyang Cell («Кенг Хян Селл», Южная Корея) — разработал и запустил в производство универсальный вид трубной теплоизоляции, который, не имея слабых мест, обладает превосходными и неизменными теплоизоляционными свойствами на протяжении длительного времени. Инновационная разработка получила название Kailon («Кайлон»).

Kailon представляет собой полужёсткий материал с независимой пузырьковой структурой из химически сшитого полиэтилена высокого давления с внешним защитным слоем из фольголаванса. Фольголаванс — это эластичная, но в то же время особо прочная фольга, выдерживающая высокие механические нагрузки.

Kailon отлично держит форму, лёгок и очень прочен, устойчив к деформациям, является уникальной термостойкой и холодостойкой изоляцией, которая, в отличие от аналогов, не меняет своих теплоизоляционных свойств со временем. Теплоизоляция Kailon имеет эксплуатационную температуру 90 °С и максимальную краткосрочную температуру до 120 °С.

Благодаря полутвёрдой вспененной структуре, Kailon обладает превосходной адгезией и теплоизоляционными свойствами, что исключает образование конденсата, имеет отличные звуко-, шумо- и виброизоляционные свойства, характеризуется высокой стойкостью к химически агрессивным веществам и на протяжении всего срока эксплуатации сохраняет теплоизоляционные и холодоудерживающие качества. Срок службы — не менее 20 лет.

Kailon может применяться в качестве теплоизоляции для любых видов трубопроводов и воздухопроводов, кроме паропроводов. Kailon удобен и прост в монтаже, оставляет помещение чистым при финишных работах. Подходит для монтажа на окрашенную сталь.

Применение теплоизоляции Kailon

Объекты применения Kailon: трубопроводы холодного и горячего водоснабжения, центрального отопления, для прокладки в грунте, для градирен, систем пожаротушения, солнечных коллекторов; шумоизоляция канализационных труб в жилых домах; трубы систем кондиционирования, чиллеров и пр.; обычные воздухопроводы

(жилые и производственные здания); изоляция железнодорожных вагонов и пр.

Благодаря фольголавансу Kailon идеально подходит для теплоизоляции трубопроводов в помещениях с повышенными требованиями по санитарно-эпидемиологической безопасности (рабочие цеха пищевой промышленности: пекарни, кондитерские, винно-водочные предприятия и т.д.). В отличие от вспененного каучука, с поверхности которого практически невозможно удалить осаждающийся со временем пылевой слой, не повредив целостность самой теплоизоляции, Kailon имеет настолько высокий уровень гидрофобности (влагоотталкивания) и механической прочности, что для очистки его внешней поверхности от загрязнений можно применять даже моющие аппараты высокого давления Kärcher («Нёрхер»).

Формы выпуска Kailon

Трубная: длина — 2 м; толщины — 5, 10, 15, 25, 30, 40 и 50 мм; диаметр от 16 до 115 мм (свыше 115 мм рекомендуется применение рулонной изоляции). Технические характеристики рулонной фольгированной (на клеевой основе / без клеевой основы, 50 × 1 м) теплоизоляции Kailon приведены в таблице.

❖ Характеристики теплоизоляции Kailon

Параметр	Величина
Плотность, г/см ³	0,025
Предел прочности, кг/см ²	2,5
Кoeff. растяжения, %	90
Прочность на разрыв, кг/см	1,4
Изменение теплоёмкости, %	1,0
Кoeff. сжатия, кг/см ²	0,32
Кoeff. влагонепроницаемости, г/см ²	0,0004
Кол-во впитываемой влаги, г/100 см ²	< 0,01
Теплопроводность, ккал/(м·ч·°С)	0,030
Теплопроводность (при t _{cp} = 20 ± 5 °С), Вт/(м·К)	0,043

Подробную информацию о продукте можно получить в компании EASTEC («ИСТЭК»), которая является эксклюзивным представителем Kyung Hyang Cell на территории РФ. ●

www.eastec.ru

Самая мощная теплогенераторная 359,9 кВт от De Dietrich на базе настенных конденсационных котлов

Для большинства заказчиков коммерческих котельных всегда возникают вопросы не только выбора подрядчика и оборудования, но и подвода коммуникаций и согласований проекта. В настоящее время процесс утверждения и строительства можно упростить, применив теплогенераторную установку, к которой предъявляются менее строгие требования при проектировании, а максимальная мощность ограничивается действующими нормами в 360 кВт.

Если в проекте речь идёт о сопоставимой мощности, то рациональным решением может являться ограничение значения тепловой мощности теплогенераторной в 360 кВт и подбор максимально мощного котельного оборудования в этих границах. В данном сегменте источников тепла всё чаще встречаются каскадные установки из нескольких настенных конденсационных котлов — из-за удобства их монтажа и эксплуатации, снижения расхода газа и электроэнергии, а также постепенного снижения их цены.

Чаще всего требованиями к такой котельной являются: компактность, простота системы дымоудаления, низкий уровень шума и максимально возможная мощность теплогенераторной в 360 кВт. Именно такой вариант имеется в технических решениях, использующих оборудование De Dietrich, и становится типовым для подобных объектов.

Давайте рассмотрим данную теплогенераторную подробнее (табл. 1).

Каскадные установки удобны по нескольким причинам: высокий уровень резервирования на случай неисправности одного или даже нескольких котлов, увеличение диапазона модуляции мощности установки. Следует также отметить, что диапазон изменения мощности даже одного котла AMC 115 кВт составляет от 16 до 103,9 кВт.

Третий довод в пользу каскадной установки — это наращивание установленной мощности, используя небольшие и удобные в плане монтажа котлы.

К уникальному преимуществу настенных моделей стоит отнести удобство их

Требования к компактной котельной: компактность, простота системы дымоудаления, низкий уровень шума и максимально возможная мощность теплогенераторной в 360 кВт. Именно такой вариант имеется в технических решениях De Dietrich

расположения. Дымоход выходит вверх, трубопроводы подающей и обратной линии, а также подвод газа размещены снизу. Причём все эти элементы находятся строго в габаритных размерах котла и не требуют никакого дополнительного места для размещения. Зона для обслуживания находится только спереди, поэтому котлы в каскаде устанавливаются вплотную друг к другу.

Место, занимаемое настенными конденсационными моделями в котельной, будет минимальным, особенно с учётом необходимой зоны для обслуживания. Каскадная система обвязки De Dietrich LW.0336kW.00021 в таких случаях размещается под котлами и включает в себя предохранительные и обратные клапаны, энергоэффективные циркуляционные насосы с модуляцией, запорные краны, общий подающий и обратный коллекторы и подвод газа, гидравлический разделитель, а также датчик общей подающей линии и кабель каскада.

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





При этом именно у конденсационных котлов возможно выбрать два режима работы: классический и параллельный. При классическом режиме при недостатке мощности или при медленном достижении расчётной температуры включается дополнительный котёл в каскаде и начинает наращивать свою мощность. При параллельном режиме все котлы работают одновременно и синхронно модулируют свою мощность в ответ на изменение нагрузки системы отопления или ГВС. Именно этот режим позволяет дольше работать в более экономичном для конденсационных котлов сниженном режиме и достигать высоких значений среднегодового КПД установки.

При устройстве дымоходов для каскадной установки из настенных конденсационных котлов возможно организовать от-

дельные короткие дымоходы для каждого котла (благодаря высокому избыточному давлению дымовых газов на выходе). Возможен также и общий каскадный дымоход (табл. 1). Для этого случая в конденсационных котлах De Dietrich встроены обратный клапан, который препятствует попаданию дымовых газов в неработающий котёл. Таким образом, на общем дымоходе отсутствуют дополнительные устройства в виде обратных клапанов, отсечных заслонок, регуляторов тяги. Дымоход становится простым и небольшим по высоте и диаметру.

Для котлов MCA 160 и AMC 115 компанией De Dietrich создан уникальный литой монолитный теплообменник высокой мощности. Материал теплообменника — Al-Si, сплав алюминия с кремнием с повышенным содержанием второго

компонента для придания высокой температурной стойкости. Максимальная рабочая температура котлов составляет 90 °С, защитная температура — 110 °С.

Отличительной особенностью этого материала является наивысшая стойкость к коррозии даже при контакте с теплоносителем, насыщенным растворённым кислородом, и при контакте с кислотным конденсатом в тракте дымовых газов.

Новый теплообменник имеет очень низкое гидравлическое сопротивление благодаря широким и прямым каналам для теплоносителя. Это сводит к минимуму вероятность существенных отложений шлама или накипи, позволяет подобрать к котлу менее мощный насос, снизить энергопотребление. Данное конструкторское решение также позволяет более эффективно промывать теплообменник при необходимости.



Оборудование теплогенераторной

табл. 1

Модель	Наименование	Панель управления	Мощность при графике 80/60 °С, кВт
Innovens MCA Pro 160	Настенный конденсационный котёл	Diematic Evolution	152,1
Evodens AMC Pro 115	Настенный конденсационный котёл	Inicontrol 2	103,9
Evodens AMC Pro 115	Настенный конденсационный котёл	Inicontrol 2	103,9
Итого		359,9	
Каскадная обвязка котлового контура котельной			
LW.0336kW.00021	Каскадная система для настенного монтажа двух котлов Evodens Pro AMC 115 и одного котла Innovens Pro MCA 160: насосы котлов, гидравлический разделитель, общий газовый коллектор, коллекторы подающей и обратной линий, предохранительные клапаны на 3 бар, отсечные краны для воды и газа, соединительные трубопроводы «котёл — коллектор», отводы для расширительного бака, датчик каскада, соединительный кабель S-Bus для котлов в каскаде.		
Каскадный коллектор дымохода			
7107156xx	Комплект для удаления дымовых газов для двух конденсационных котлов, полипропиленовый, диаметр 200 мм		
7107164xx	Комплект для удаления дымовых газов для третьего конденсационного котла, диаметр 200 мм		

Уникальным преимуществом является очень низкий, минимальный расход воды через котёл — всего 0,4 м³/ч, что составляет всего 6% от номинального расхода теплоносителя.

Диапазон регулирования температуры и мощности также очень широк. Котёл MCA 160 способен поддерживать нагрузку от 23 до 100% от номинальной мощности. Он может работать в широком диапазоне температур от 30 до 90 °С. В зависимости от режима работы КПД (эффективность) котла варьируется от 108,5 до 97,5%. Для достижения максимально среднегодового КПД в котле предусмотрена возможность работы на Δt (разнице температур между подающей и обратной линиями) до 40 °С, что позволяет работать в конденсационном режиме даже с высокими температурами в подающей линии.

Величина Δt , заданная в настройках котла, может поддерживаться автоматически с помощью модулирующего насоса, управляемого котловой автоматикой.

В MCA 160 и AMC 115 применяется новая версия автоматики De Dietrich — панель управления Diematic Evolution с более широким функционалом специально для котельных большой мощности, возможностью размещать автоматику вне котла на стене, удобным для навигации и настройки дисплеем. В возможности автоматики включены такие функции, как каскадирование котлов, управление прямыми, смесительными контурами отопления, ГВС, вентиляцией, бассейном и др., дистанционное управление.

При ценовом сравнении котлов для данной каскадной установки на 359,9 кВт, состоящей из двух котлов AMC 115 и котла MCA 160, удивительным является то, что её стоимость равна стоимости ко-



тельной из двух стандартных стальных котлов в каскаде с газовыми модулирующими горелками (например, котлы De Dietrich CABK 15 мощностью 175 кВт с горелками G 303-3 N).

Однако теплогенераторная состоит не только из котлов — её общая стоимость включает в себя затраты на дымоход, тепломеханическую обвязку, здание котельной, расходы на монтаж и прочее. Использование настенных конденсационных моделей котлов позволяет сократить капитальные затраты при правильном подходе к проектированию.

В такой котельной дымоход потребует меньших вложений, его можно будет сделать максимально коротким и небольшого диаметра. Благодаря лёгкости

и компактности оборудования здание котельной и перекрытия обойдутся значительно дешевле. Монтаж конденсационных настенных котлов по сравнению с напольными стальными котлами будет гораздо проще и не потребует специальной техники. Пусконаладочные работы



значительно облегчаются из-за того, что горелочное устройство встроено в котлы и настроено на заводе строго под мощность котла. Поэтому требуется только проверка качества сгорания.

Итак, готовая теплогенераторная мощностью 359,9 кВт с конденсационными котлами De Dietrich в итоге всегда стоит дешевле из-за более простой системы дымоудаления, простого монтажа, небольших габаритов, отсутствия мероприятий по шумоглушению котлов и их защите от низкотемпературного режима.

Если взять в расчёт эксплуатационные затраты, то целесообразность использования такой каскадной установки становится ещё более очевидной. Экономия газа подобной котельной общей мощностью 360 кВт составит в наихудшем режиме работы 40 тыс. руб. в год, а в среднем — 100 тыс. руб. в год. Учитывая более долгий срок службы, общая экономия за срок эксплуатации в 20 лет составит от 1,0 млн до 2,4 млн руб. без учёта инфляции, что значительно превосходит стоимость самого котельного оборудования.

С применением настенных конденсационных котлов De Dietrich повышенной мощности появились новые возможности для компактных, экономичных котельных, превосходящих старые традиционные по всем характеристикам. Если подойти к процессу оснащения теплогенераторной на самом раннем этапе комплексно, то такая современная котельная способна стать для её обладателя дешевле традиционной уже на моменте монтажа и в дальнейшем экономить энергоресурсы долгое время с минимальными эксплуатационными затратами. ●

De Dietrich 
КОТЛЫ НА ВЫСОТЕ

AMC PRO, MCA PRO 160

Котлы повышенной эффективности конденсационного типа — идеальное решение для малогабаритных котельных:

- Модельный ряд: AMC Pro 45—115 и MCA Pro 160
- Возможность подключения до 8 котлов в каскаде
- Экономия энергоресурсов до 30% в сравнении с котлами традиционного типа
- Легкий вес и компактные размеры
- Работа на природном газе или пропане
- Низкие выбросы загрязняющих веществ
- Новая панель управления Diematic Evolution
- Проверка и предварительная настройка каждого котла на заводе



dedietrich.ru

История создания настенных газовых котлов. Городской и природный газ

В статье описана история, предшествующая созданию настенных газовых котлов, рассказано о видах искусственно получаемого «осветительного» горючего газа как топлива, применяемого для обогрева помещений и подготовки горячей воды в конце XIX — начале XX веков. Это вторая статья из цикла по истории создания настенных газовых котлов*.

Автор: А.Л. ТОРОПОВ, к.т.н., главный конструктор завода «Ардерия», изобретатель СССР, РФ

* Первую статью А.Л. Торопова «История создания настенных газовых котлов. Создание первых проточных газовых нагревателей и котлов» читайте в журнале СОК № 9/2020, стр. 18–19.

Как ни странно, но в технической литературе нет чётко сформулированного понятия «настенный газовый котёл». Вероятно, это связано с тем, что, как самостоятельный, массовый тип отопительного оборудования, настенные котлы стали применяться только в последние несколько десятилетий. Мы предлагаем следующее определение.

Настенный газовый котёл — автономное, компактное, размещаемое на стене устройство для получения тепловой энергии путём сжигания газообразного топлива, используемое для теплоснабжения помещений, предназначенных для одного домохозяйства.

За последние годы ситуация с объёмами применения настенных газовых котлов в России изменилась. С 2000 года настенные котлы стали устанавливаться при «поквартирном отоплении» многоэтажных домов и сейчас рассматриваются как альтернатива централизованному теплоснабжению многоквартирных зданий. Котлы этого типа широко применяются для индивидуального малоэтажного и дачного строительства.

Произошли изменения и в локализации производства в России. В 2014 году в городе Энгельс Саратовской области был построен завод «Бош Отопительные Системы», который производит из импортных комплектующих промышленные и бытовые газовые котлы для отопления и водоснабжения зданий и помещений. На юге и севере России, в Адыгее (посёлок Энем), в городах Таганрог, Армавир, существуют заводы «Ардерия», «Лемакс», «Балтгаз», которые выпускают российские настенные газовые котлы собственных разработок. Существует также несколько OEM-проектов российских компаний, ко-

Важным показателем применения природного газа для теплоэнергетических установок является низкая стоимость его добычи по сравнению с другими традиционными видами топлива. К примеру, если принять стоимость угля (в пересчёте на тонну условного топлива) за 100%, то стоимость добычи природного газа составляет 10%

торые продают настенные котлы под своими брендами, но эти котлы собираются в Китайской Народной Республике.

Виды газообразного топлива

История возникновения настенных газовых котлов теснейшим образом связана с историей развития применения газа как вида топлива. Не только природного газа, как ископаемого топлива, но и искусственного городского «светильного газа», применявшегося до середины XX века. И природный газ, и «светильный» являются невозобновляемыми источниками энергии. К основным невозобновляемым (ископаемым) источникам энергии относятся уголь, нефть, природный газ, торф, горючий сланец, ядерное топливо. Это те источники энергии, которые образуются или восстанавливаются медленнее, чем расходуются. При сжигании ископаемого топлива в атмосферу выбрасывается множество вредных веществ, отрицательно влияющих на здоровье человека и других организмов. Вещества, находящиеся в дымовых газах, усиливают парниковый эффект и влияют на климат на Земле. Именно газ, как вид топлива, используется в настенных газовых котлах.



⚡ Газовое освещение конца XIX века на площади перед городской ратушей и Домом гильдий Кайзерворт в городе Госларе (Нижняя Саксония, Германия), 1890–1900 годы

Природный газ — наиболее эффективный и самый чистый вид традиционного топлива. Его отличают полнота сгорания без дыма и копоти, отсутствие золы, лёгкость розжига и регулирования процесса горения, экономичность и простота транспортировки к потребителю, возможность хранения в сжатом и сжиженном состоянии. При правильной настройке процессов горения природного газа в эффективных теплогенераторах образуется минимальное количество вредных выбросов, в том числе парниковых газов.

Важным показателем применения природного газа для теплоэнергетических установок является низкая стоимость его добычи по сравнению с другими традиционными видами топлива. К примеру, если принять стоимость угля (в пересчёте на тонну условного топлива) за 100%, то стоимость добычи природного газа составляет 10% [1].

Практическое использование горючих газов началось в середине XIX века для освещения улиц в крупных городах. Однако для уличных фонарей использовался не природный газ, а искусственный «светильный газ», полученный в процес-

се переработки каменного угля, горючих сланцев, дров, нефти. В Российской империи газовые фонари, а, соответственно, и заводы по производству «светильного газа», появились в Петербурге, Москве, Киеве, Одессе и других крупных городах. Городской горючий газ вырабатывался на небольших заводах из природного ископаемого топлива различными способами и транспортировался по чугунным трубам диаметром до 30 см.

Например, в Москве «светильный газ» для освещения Большого и Малого театров вырабатывался небольшим заводом по производству этого газа из каменного угля, который располагался в северной части Малого театра. Этот горючий искусственный газ состоял из смеси газов и менялся в зависимости от качества и вида сырья. В среднем городской газ (каменноугольный, водяной, генераторный, синтез-газ, «светильный») состоял из водорода — 46%, метана — 33%, тяжёлых углеводородов — 5%, окиси углерода — 10%, углекислого газа — 3%, азота — 3% [2].

Наибольшего размаха получение искусственного газа достигло в Северной Америке. В 1868 году в США насчитыва-

лось 971 газовое общество, в Канаде — 47. Из этих обществ 616 эксплуатировали каменноугольный газ; 312 употребляли другие способы получения газа, преимущественно добывали водяной газ. В Англии в 1890–1891 годах насчитывалось 594 газовых завода. Количество проданного газа — 2915 млн м³; число потребителей — 2,3 млн; число уличных фонарей — 460 тыс. шт.; длина газонесной сети — 35 150 км. В Берлине потребление газа достигло 94 млн м³. В Париже ежегодное потребление газа дошло до 308 млн м³ [3].

Важно отметить, что природный газ и его применение известно давно. В 1816 году в Балтиморе была создана первая американская компания, использовавшая природный газ. В 1859 году Эдвин Дрейк построил трубопровод в штате Пенсильвания диаметром два дюйма и длиной около 8 км для использования его в практических целях. Но при транспортировке на большие расстояния были большие проблемы, связанные с утечками. В 1870 году в Блумфилде (США) была предпринята попытка транспортировки газа по 20-мильной магистрали из сосновых труб, которая закончилась неудачей [3].



НАДЁЖНАЯ РОССИЙСКАЯ ТРУБОПРОВОДНАЯ АРМАТУРА

Кран шаровый латунный никелированный



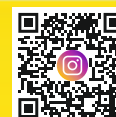
● СТРАХОВКА

● ГАРАНТИЯ 10 ЛЕТ

● СЕРВИС И ПОДДЕРЖКА
ПО ВСЕЙ СТРАНЕ

Адрес производства:

Россия, г. Челябинск, ул. Енисейская, 56
www.ld-pride.ru office@ld-pride.ru



К 1891 году в Чикаго были построены газопроводы для транспортировки природного газа на расстояние 120 миль, и доля использования природного газа, в сравнении со «светильным газом» для освещения улиц и зданий, по сравнению с Европой, была значительной. В Европе расстояния между найденными месторождениями природного газа и крупными городами составляли тысячи километров и на несколько десятилетий отодвинули его применение. Потому именно искусственный «светильный газ», произведённый непосредственно в городах на близком расстоянии от потребителей, использовался для освещения, подготовки горячей воды и отопления домов.

Хронология развития применения газа

Из хронологии некоторых событий по развитию применения газа в России можно отметить [2]:

1863 год — построен небольшой газовый завод для освещения Большого и Малого Императорских театров.

1868 год — в России действует 310 газовых заводов.

1910 год — из 1082 городов Российской империи уличное освещение имели 886, электрическое было в 74, а газовое — в 35 городах. Многие из городов сочетали разные типы освещения. Произведён опыт освещения крупных городских улиц Большой Лубянки и Сретенки новыми газовыми фонарями с применением газа повышенного давления.

1911 год — создана первая российская компания по добыче и использованию природного газа «Ставропольское товарищество для исследования и эксплуатации недр земли».

1924 год — создан Гелиевый комитет, и в стране начались планомерные поиски газовых месторождений.

Сорок лет «светильный газ» в Москве использовался только для освещения. А первые газовые плиты и водонагревательные колонки появились у москвичей в 1906 году. Тогда в городе было всего десять газовых плит и водонагревателей. Через четыре года в московских квартирах было более 7000 газовых приборов! Переходя от одной компании к другой, газовое хозяйство Москвы 29 января 1905 года стало собственностью городской управы. Стоило это хозяйство 2,5 млн рублей и включало в себя газовый завод, 215 вёрст газовых сетей (одна верста составляет примерно 1,067 км), 8735 газовых фонарей и 3720 частных потребителей [4].

До Первой мировой войны во многих городах Европы и Америки городской газ



Раритетный газовый фонарь 1865 года на Снежной улице в городе Праге, Чехия

использовался для отопления или подготовки горячей воды, но это были отдельные агрегаты. Кроме того, получение газа из угля и других ископаемых было дорого, а система газоснабжения монтировалась из коротких чугунных труб, и при прокачке газа по ним происходили значительные потери.

Тем не менее, именно появление «светильного газа», как удобного для городской среды вида топлива, используемого первоначально для освещения улиц и зданий, стимулировало развитие газового оборудования для отопления и подготовки горячей воды. Городские газовые сети требовали постоянного обслуживания и формирования городского газового хозяйства, но газ как вид топлива об-



Пресса XIX века в погоне за скандальными темами в том числе запугивала своих читателей взрывоопасностью светильного газа

ладал рядом неоспоримых преимуществ для развивающихся городов.

После Второй мировой войны произошла революция в газоснабжении. Бурно развивались металлургическая, химическая, строительные отрасли, требующие больших энергетических ресурсов. В 1950–1960-е годы были открыты месторождения природного газа, началась строительство газопроводов. Среди важнейших событий, повлиявших на развитие газового отопления, можно отметить начало «газовой революции» в СССР, где в 1950 году было открыто уникальное по запасам газа Северо-Ставропольско-Пелагадинское месторождение, а на Украине разведали крупное газовое месторождение — Шебелинское.

В Европе в Нидерландах в 1959 году было открыто крупнейшее Гронингенское газовое месторождение природного газа. В 1956 году в США газ впервые стал основным топливом страны для отопления жилых домов, обеспечив обогрев 10,2 млн домохозяйств. Началась интенсивная «газификация» всех развитых стран, поскольку были созданы предпосылки для массового применения газового отопительного оборудования.

Природный газ — ископаемое топливо, смесь газов, образовавшаяся в недрах Земли. Состав природного газа зависит от месторождений. Основным компонентом является метан — 70–98%, кроме этого газа, в природном газе присутствуют: этан (1,5–15,1%), пропан (0,1–1,5%), бутан (0,02–0,6%), азот (0,7–5,6%), углекислый газ (0,1–1,0%), водород (0–0,02%), сероводород (0–0,02%), а также различные инертные газы [5].

Полностью текст истории создания, устройства, классификации настенных газовых котлов представлен в [6, 7]. ●

1. История развития газовой промышленности. Реферат [Электр. текст]. Режим доступа: works.doklad.ru. Дата обрац.: 13.06.2020.
2. Букреев И.Н. История развития газового хозяйства города Москвы [Электр. текст]. Режим доступа: mos-gaz.ru. Дата обрац.: 13.06.2020.
3. Рахманкулов Д.Л., Джафаров Ф.К. Из истории искусственных горючих газов // Нефтегазовое дело, 2005. №3. 12 с.
4. Мосгаз. А у вас в квартире газ [Электр. текст]. АО «Мосгаз». Режим доступа: mosgaz.pf. Дата обрац.: 01.06.2020.
5. Природный газ — состав, свойства, нахождение в природе [Электр. текст]. PetroDigest. Режим доступа: petrodigest.ru. Дата обрац.: 13.06.2020.
6. Торопов А.Л. Настенные газовые котлы автономных систем теплоснабжения. История создания. Основные элементы. Классификация. Ч. 1. Конвекционные настенные газовые котлы: учебное пособие. — М.: ИД Академии естествознания, 2020. 68 с.
7. Торопов А.Л. Настенные газовые котлы автономных систем теплоснабжения. История создания. Основные элементы. Классификация. Ч. 2. Конденсационные настенные газовые котлы: учебное пособие. — М.: ИД Академии естествознания, 2020. 68 с.



www.fondital.com



fondital

BE INNOVATIVE ●●○



fondital_rus_2
fondital_lipetsk_3



1970 - 2020

ПЯТЬДЕСЯТ ЛЕТ УСПЕХА

ОТКРОЙТЕ ДЛЯ СЕБЯ АССОРТИМЕНТ ПРОДУКЦИИ FONDITAL



КОТЛЫ



РАДИАТОРЫ

На правах рекламы.

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



ОТОПЛЕНИЕ И ГВС



Fondital: качество и услуги – сделано в России

Основанная в 1970 году в Италии, компания Fondital («Фондیتال») является одним из мировых лидеров в области производства компонентов отопительных систем. Предлагая широкую гамму продукции, она работает с большим количеством клиентов по всему миру. Статус международной компании обязывает Fondital улавливать и удовлетворять малейшие запросы и потребности клиентов.

«Фондیتال Россия»

Среди множества стран Россия занимает настолько важное место для Fondital, что компания основала штаб-квартиру для новой производственной площадки в Липецкой области, единственной для компании за пределами Италии.

Ожидается, что в течение двухлетнего периода с 2020 по 2022 годы площадь завода возрастёт до 25 тыс. м², а количество сотрудников достигнет 200 человек. Наличие этой производственной площадки для компании Fondital является одним из самых больших приоритетов, который позволит ей усилить своё присутствие в регионе за счёт укрепления сотрудничества с клиентами на одном из основных для компании рынков.

Как и в остальном мире, в России цель Fondital состоит в том, чтобы продвигать на рынок качественные и новаторские теплотехнические продукты путём установления глубоких, прочных и взаимовыгодных отношений с местными компаниями и партнёрами. Это стало возможно благодаря наличию собственной коммерческой сети, а также технического отдела, который способен оказать пред-

и послепродажную поддержку клиентам компании.

Качественная логистика также играет важную роль в предоставлении комплексных услуг, поэтому Fondital решила открыть склад в Санкт-Петербурге. Последний будет наполняться только продукцией, произведённой на липецкой площадке и предназначенной для российского рынка. Это позволит ещё быстрее управлять заказами, оптимизировать время транспортировки и доставки продуктов компании. Конечная цель — предоставить свои услуги на всей территории России, поддержать своих партнёров и создать новые рабочие места для жителей регионов РФ.

Продукция Fondital

На фабрике в Липецке производится очень разнообразный ряд продуктов.

В модельном ряду отопительных котлов доступны модели Minorca CUP с новым медным теплообменником, благодаря которому возможна их установка даже в зонах с низкими температурами; Antea и Formentera — в моделях CTFS, CTN, RBTFS. Formentera также представлена моделями RBTN и RTN от 24 и 28 кВт.



❖❖ Настенный газовый конденсационный котёл серии Formentera CTFS в интерьере

Материал подготовлен пресс-службой компании ООО «Фондیتال Россия»



❖ Литой под давлением алюминиевый радиатор серии Calidor Super B4 в интерьере

А в гамме радиаторов присутствуют модели литых под давлением радиаторов Exklusivo, B4 и D3, историческая модель Calidor Super B4, а также новый биметаллический радиатор Alustal. Кроме того, в наличии имеются и другие модели радиаторов, производимых в Италии, такие как серии Blitz B3 и Blitz Super B4.

Особенностью этих радиаторов является их дизайн. В отличие от всего того, что присутствует на рынке на сегодняшний день, эти радиаторы обладают ровной передней плоскостью без «окошек» и «конвективных рёбер». При этом верхняя часть радиатора открыта для свободного прохода нагреваемого воздуха. Это так называемый «французский дизайн», получивший своё название по рынку, где такая конструкция отопительных приборов наиболее распространена.

Связано это с тем, что во Франции популярны большие панорамные окна. Поэтому отопительные приборы принято ставить не под подоконником, а на простенке. Естественно, что при этом отпадает необходимость вывода потоков нагретого воздуха из-под подоконника внутрь комнаты. При этом радиаторы приобретают лаконичный и законченный дизайн.

Будучи не связанным высотой подоконника, возможно оперировать гораздо большим перечнем межосевых расстояний. Так, в гамме радиаторов Blitz B3 есть модели с межосевым расстоянием 500 и 600 мм, а в гамме Blitz Super B4 — 350, 500, 600, 700 и 800 мм. Радиаторы с большим межосевым расстоянием обладают большой тепловой мощностью, что помогает сэкономить место на простенке и использовать его для размещения мебели или других элементов дизайна.

Существуют также цветные версии данных радиаторов: в расцветке с перламутром, чёрный матовый и серый Ardesia. В данный момент рассматривается воз-



❖ Литой под давлением алюминиевый радиатор серии Blitz B3 в интерьере

можность поставки цветных версий радиаторов на российский рынок.

Обе модели радиаторов имеют глубину 100 мм, а отличие между ними состоит в количестве боковых рёбер. У модели Blitz B3 их три, а у Blitz Super B4, соответственно, четыре. Естественно, что последняя модель радиаторов обладает более высокой тепловой мощностью и является одним из самых мощных алюминиевых радиаторов на рынке.

Кроме того, следует отметить, что данные модели радиаторов Fondital обладают всеми техническими особенностями, присущими другим моделям компании. К ним относятся такие технологии, как диффузионная заглушка, «шахматная» поверхность задней стенки радиатора, тщательно оптимизированное сечение водяной камеры и высококачественная покраска в два этапа с применением процесса анафореза. Большинство из этих технологий защищено международными патентами и применяется на сегодняшний день только при изготовлении радиаторов компании Fondital.

Так, например, диффузионная заглушка не только обеспечивает надёжное соединение доньшка радиатора с его телом, но и способствует снижению коррозии радиатора за счёт отсутствия зоны накопления шлама и благодаря отсутствию облоя внутри радиатора. За счёт взаимного проникновения (диффузии) кристаллической решётки одной детали в другую получается исключительно прочное и надёжное соединение, лишённое многих негативных свойств, которыми обладают приварной и обжимной типы заглушек, до сих пор используемые другими производителями алюминиевых радиаторов.

«Шахматная» поверхность задней стенки радиатора не только способствует уве-

личению протока воздуха через радиатор, но и уменьшению малополезного нагрева стенки за счёт лучистой теплопередачи. Это приводит к увеличению удельной теплоотдачи и оптимизации тепловых потоков воздуха в помещении.

Наконец, овальное сечение водяной камеры способствует большей прочности самого радиатора при снижении его водосодержания. При декларируемом рабочем давлении 16 бар давление разрушения для секции такого алюминиевого радиатора составляет 80 бар и более. А низкое водосодержание способствует снижению тепловой инерции радиатора и, как следствие, лучшей его работе с регулирующей арматурой, например, с термоголовками.

Резюмируя всё вышесказанное, можно заключить, что радиаторы серий Blitz B3 и Blitz Super B4 отличаются не только необычным изысканным дизайном, но и сделаны с использованием самых современных технологий и конструкторских решений, которые обеспечивают высокую удельную теплоотдачу и долгий срок службы радиаторов. ●

Оценка теплового комфорта в помещении на основе результатов численного моделирования

Основное назначение систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха — создание комфортного микроклимата в помещениях. При этом качество воздушной среды в конечном счёте будет определяться возможностью правильного прогнозирования параметров микроклимата. Существенными факторами, от которых зависит самочувствие человека в помещении, являются факторы распределения температуры и скорости движения воздуха в объёме помещения.

Автор: О.В. КАНАШИНА, ведущий специалист по работе с проектными организациями АО «Фирма Изотерм»

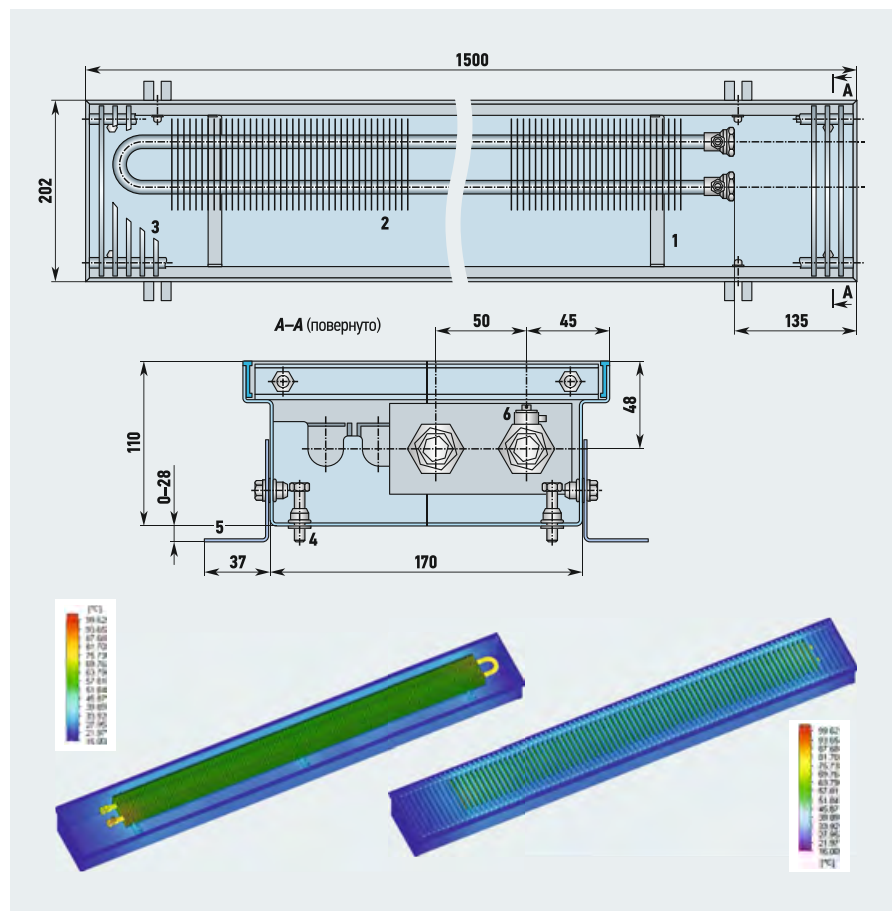
Особенности формирования поля температуры и скорости в помещении в значительной степени зависят от типа отопительного прибора и его размещения. Многообразие типов отопительных приборов, предлагаемых отечественными и зарубежными производителями, приводит к необходимости проведения сравнительных исследований по оценке их эффективности. Такие исследования, направленные на изучение формирования температурного поля отапливаемых жилых помещений, представляют интерес как для проектировщиков, так и для производителей отопительных приборов.

Процессы гидродинамики, тепло- и массообмена являются определяющими при обогреве и кондиционировании зданий. Данные процессы можно определить экспериментально, а также рассчитать аналитическими либо численными методами. Экспериментальные методы достаточно затратны в финансовом и временном отношении и не позволяют получить целостную картину распределения параметров микроклимата во всём помещении. Аналитическое решение подобной задачи представляет интерес благодаря обобщённому характеру и возможности проанализировать влияние всех факторов на данный процесс.

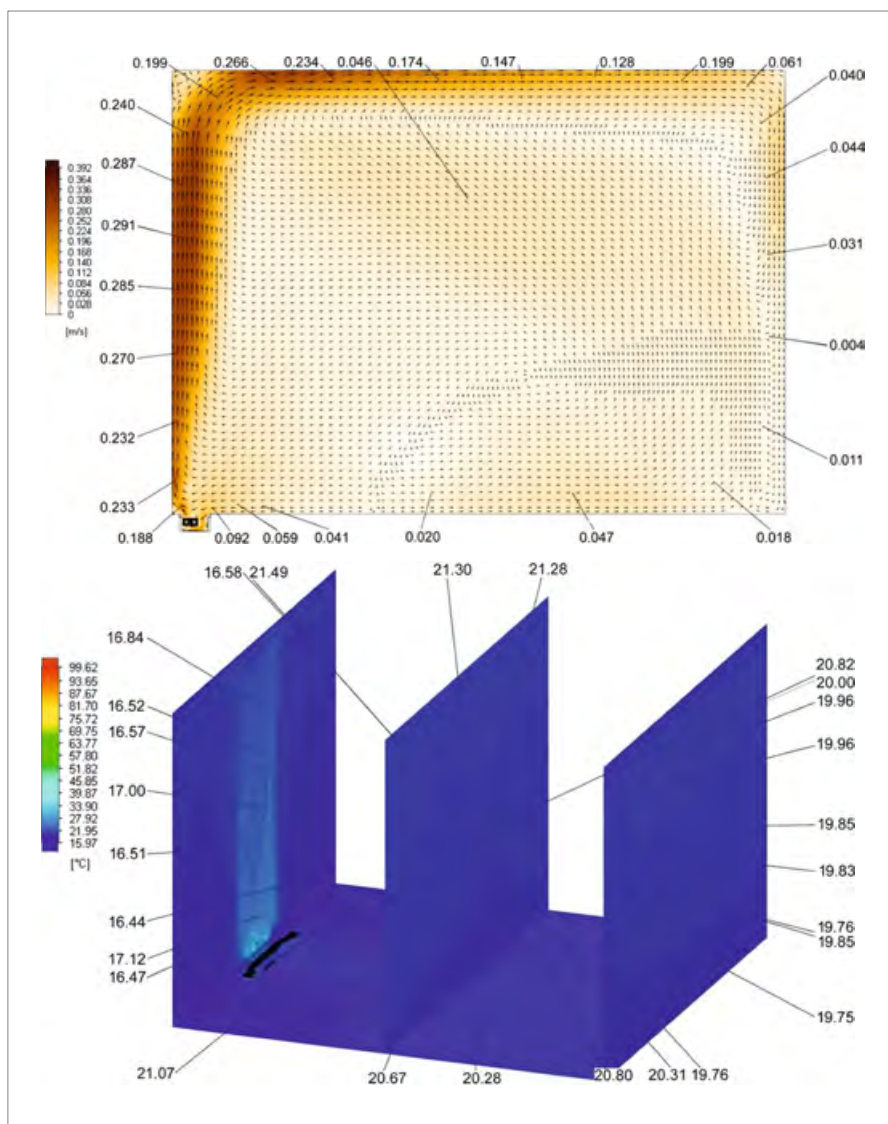
Силами инженерно-технической службы АО «Фирма Изотерм» проводились численные расчёты на базе специализированной программы FloEFD. Это полностью интегрированный в системы CAD пакет для решения задач гидрогазодинамики и теплообмена, который позволяет инженерам создавать более качественные решения за меньшее время

Для решения практических задач, постановка которых максимально приближена к реальной, широко используются численные методы решения.

В настоящее время всё большую популярность при решении задач отопления и воздухораспределения приобретают методы математического моделирования, базирующиеся на численном решении дифференциальных уравнений сохранения. Данные методы позволяют рассчитывать параметры воздушной среды (трёхмерные поля температуры, скорости, влажности), которые будут формироваться в помещении при работе систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.



⊕ Рис. 1. Концевой конвектор КРК 20.11.150 [1 — установочный короб; 2 — теплообменник; 3 — решётка; 4 — упорные болты; 5 — кронштейны; 6 — воздушный клапан]



∴ Рис. 2. Скоростные и температурные поля в камере

При этом практическим выходом подобных расчётов должна стать информация о тепловом комфорте или дискомфорте в помещении, создаваемом тем или иным проектным решением.

В этой статье приводятся данные исследований испытаний внутрипольного конвектора с естественной конвекцией «Гольфстрим» КРК 20.11.150 (производства АО «Фирма Изотерм»), полученные экспериментально в лаборатории и методом математического моделирования [1].

Силами инженерно-технической службы АО «Фирма Изотерм» проводились численные расчёты на базе современной специализированной программы FloEFD. Это полностью интегрированный в системы CAD пакет для решения задач гидродинамики и теплообмена, который позволяет инженерам создавать более качественные решения за меньшее время.

Чтобы рассчитать физический процесс, то есть изменение физических параметров в пространстве и времени, его надо сначала смоделировать. Для решения численных задач были построены трёхмерные модели внутрипольного

конвектора «Гольфстрим» КРК 20.11.150 (рис.1) и испытательная камера (с размерами и условиями согласно требованиям DIN EN 16430-2 [2]).

Результаты математического моделирования сопоставлены с данными, полученными в испытательной лаборатории института HLK Stuttgart (Германия) [1].

∴ Данные испытаний и моделирования отопительного прибора

табл. 1

Наименование величин	Данные испытаний	Данные моделирования
Атмосферное давление B , кПа	97,0	97,0
Температура воздуха (определяющая температура) $t_{в}$, °C	20	20,55
Температура теплоносителя на входе в отопительный прибор t_1 , °C	85,4	85,4
Температура теплоносителя на выходе из отопительного прибора t_2 , °C	73,0	73,77
Разность температур теплоносителя в приборе $t_1 - t_2$, °C	12,4	11,63
Средняя температура теплоносителя в приборе $t_{\tau} = (t_1 + t_2)/2$, °C	79,2	79,59
Разность между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой воздуха в помещении (температурный напор), $\Delta t = t_{\tau} - t_{в}$, °C	59,2	59,04
Расход теплоносителя $M_{\text{пр}}$, кг/с	$7,4916 \times 10^{-3}$	$7,4916 \times 10^{-3}$
Тепловой поток испытываемого отопительного прибора $Q_{\text{исп}}$, Вт	390	371
Тепловой поток испытываемого отопительного прибора [при стандартном (нормальном) атмосферном давлении $B = 101325$ Па] $Q_{\text{исп.В}}$, Вт	403	383
Номинальный тепловой поток испытываемого отопительного прибора при нормальных условиях $Q_{\text{н.у}}$, Вт	590	563

Результаты испытаний и расчёта приведены в табл.1. Как следует из табл.1, при численном моделировании значение теплового потока на 4,9% меньше полученного при испытаниях в камере.

Проведение виртуальных тепловых испытаний (моделирование) при помощи программных средств позволяет получить более полную информацию об отопительных приборах и условиях их работы. Например, на рис. 2 и 3 показаны скоростные и температурные поля в камере и встроенном в конструкцию пола конвекторе, на основе которых возможно проводить оптимизацию конструктивных решений и определять условия их работы.

Как следует из рис. 2 и 3, программа предоставляет достаточно подробные данные, позволяющие оценить распределение всех параметров микроклимата в любой области помещения, в том числе не только воздушной среды, но и твёрдых тел (строительных ограждений, приборов отопления и охлаждения).

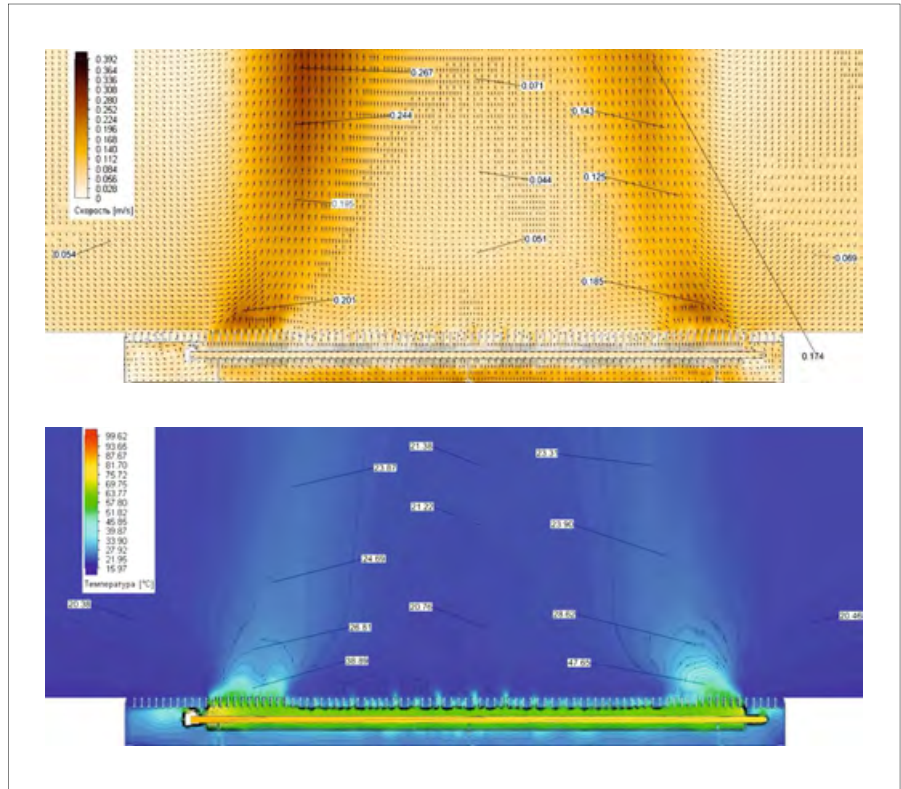
С помощью численного решения можно найти значения всех имеющихся переменных (таких как скорость, давление, температура, концентрация, интенсивность турбулентности) во всей области исследуемого пространства. В отличие от эксперимента, для расчётов доступна практически вся исследуемая область, а также отсутствуют возмущения процесса, вносимые датчиками при экспериментальном исследовании.

Использование при проектировании только аналитического подхода приводит к тому, что параметры микроклимата поддерживаются исключительно на бумаге, а не при реальной эксплуатации объекта. В результате наблюдается дискомфорт в помещении и осуществляется нарушение технологических требований.

Выявленные проблемы, при моделировании микроклимата в помещении численным методом, позволяют откорректировать проектное решение таким образом, чтобы в дальнейшем не было нареканий при эксплуатации объекта.

Моделирование условий теплового комфорта на стадии проектирования обеспечивает следующие преимущества:

- низкую стоимость — в большинстве случаев стоимость затраченного машинного времени на много порядков ниже стоимости соответствующего экспериментального исследования;
- скорость и масштабность — за сравнительно небольшой промежуток времени имеется возможность просчитать сотни вариантов и выбрать оптимальную конструкцию;
- возможность моделирования реальных и идеальных (исключая все несущественные условия) условий;
- возможность моделирования меняющихся во времени тепловых процессов;
- изучить процессы при различной температуре теплоносителя, при разных типах теплоносителя, при различном расходе теплоносителя;
- возможность смоделировать микроклимат помещения в различных по архитектуре и назначению зданиях и сооружениях, в том числе в аэропортах, на спортивных объектах (в бассейнах, ледовых аренах, спортивных залах и т.д.);
- возможность на стадии проекта оценить теплозащиту ограждений, поэкспериментировать с различной площадью остекления;



•• Рис. 3. Скоростные и температурные поля в камере и конвекторе

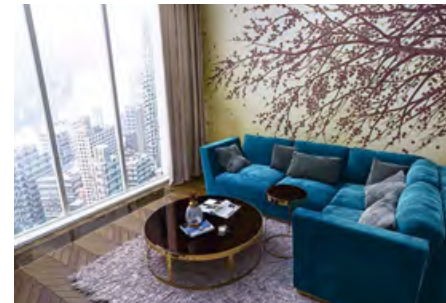
- обеспечить грамотную настройку автоматики системы отопления и кондиционирования, что приводит к снижению энергопотребления систем;
- выбрать оптимальное решение для отопления, вентиляции и кондиционирования помещения.

Таким образом, привлечение современных методов математического моделирования микроклимата расширяет возможности проектирования, позволяет добиться итогового качественного продукта для различного рода объектов.

Постоянно работая над оптимизацией конструкции конвекторов для систем водяного отопления и расширением линейки продукции, компания АО «Фирма Изотерм» учитывает данные не только от результатов лабораторных исследований,



•• Внутрипольный конвектор «Гольфстрим» для влажных помещений



но и широкие возможности компьютерного моделирования как самих изделий, так и условий, близких к реальным, в которых прибор будет эксплуатироваться. Данный подход позволяет математически смоделировать микроклимат в помещениях различных типов и обеспечить необходимый тепловой комфорт. •

1. Пухал В.А. Численное моделирование тепловых испытаний отопительных приборов // АВОК, 2020. №8. С. 26–29.
2. DIN EN 16430-2-2015. Радиаторы с вентиляторным обдувом, конвекторы и каналные конвекторы. Часть 2. Метод испытания и оценка тепловой мощности.
3. DIN EN 442-2-2015. Радиаторы отопления и конвекторы. Часть 2. Методы испытаний и заданная мощность.
4. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости / Пер. с англ. под ред. В.Д. Виолеского; рец. Б.С. Петухов. — М.: Энергоатомиздат, 1984. 152 с.

АО «ФИРМА ИЗОТЕРМ»

30 ЛЕТ БЕЗУПРЕЧНОГО КАЧЕСТВА

Ведущий российский производитель
медно-алюминиевых конвекторов
для систем водяного отопления





Надёжность и эффективность источников энергии в системах теплоснабжения

Рецензия эксперта на статью получена 24.10.2020 [Expert review on the article received on October 24, 2020].

Введение

Одной из важнейших областей энергетики является тепловая энергетика, в частности, теплоснабжение. Теплоснабжение — это важная подотрасль жилищно-коммунального хозяйства России, поэтому надёжности и безопасности объектов теплоснабжения с момента их создания уделяется особое внимание. В основе централизованного теплоснабжения — комбинированная выработка электрической и тепловой энергии [1].

В этой связи, согласно ст. 3 Федерального закона от 27 июля 2010 года №190-ФЗ «О теплоснабжении», установлены общие принципы организации отношений и основы государственной политики в сфере теплоснабжения, например, обеспечение: надёжности теплоснабжения в соответствии с требованиями технических регламентов; энергетической эффективности теплоснабжения и потребления тепловой

энергии с учётом требований, установленных федеральными законами; приоритетного использования комбинированной выработки электрической и тепловой энергии для организации теплоснабжения; экологической безопасности теплоснабжения; безопасной эксплуатации объектов теплоснабжения.

По сути, эти принципы соблюдаются с момента создания систем централизованного теплоснабжения в Российской Федерации.

История отечественного централизованного теплоснабжения берет своё начало в 1903 году. В это время в Санкт-Петербурге по проекту профессора В.В. Дмитриева и инженера Л.Л. Гинтера была сооружена первая теплофикационная система, которая использовала отработанный пар турбины местной электростанции для отопления 13 корпусов детской больницы [2].

УДК 621.311.2. Научная специальность: 05.23.03.

Надёжность и эффективность источников энергии в системах теплоснабжения

В. А. Буланин, к.т.н., генеральный директор ООО «Иновационные технологии — Энергетика» (г. Белгород)

Надёжность и энергоэффективность — важнейшие факторы экономического развития России, одним из направлений которого является теплоснабжение. Показано, как в России развивалась теплоэнергетика, в том числе теплоснабжение на основе когенерации, начиная с плана ГОЭЛРО. Значительная часть тепловой энергии в России производится на паротурбинных тепловых электростанциях. Например, турбина К-160-130 — первый агрегат с промежуточным перегревом пара производства Харьковского турбогенераторного завода (ХТГЗ) им. С.М. Кирова — до настоящего времени работает на многих электростанциях. Когенерация — централизованное теплоснабжение при производстве электрической и тепловой энергии в едином технологическом цикле — обеспечивает как экономию топлива, так и надёжность теплоснабжения.

Основными из ключевых направлений в теплоэнергетике являются перевод конденсационных электростанций в теплофикационный режим и перевод котельных в когенерационный режим. При этом, например, водогрейные котлы становятся резервно-пиковыми источниками тепловой энергии, обеспечивая надёжность теплоснабжения потребителей. Однако когенерация ещё не получила широкого распространения на небольших отопительных котельных, в связи с отсутствием в Российской Федерации производства газопоршневых двигателей и электростанций на основе созданных в СССР и до настоящего времени работающих в ПАО «Газпром» газопоршневых двигателей 11ГД100.

Ключевые слова: теплоэнергетика, конденсационная электростанция, газотурбинные установки, газопоршневые установки, теплоснабжение, когенерация.

UDC 621.311.2. The number of scientific speciality: 05.23.03.

Reliability and efficiency of energy sources in heat supply systems

V. A. Bulavin, PhD, General Director of "Innovative technologies — Energy", LLC (Belgorod city)

Reliability and energy efficiency are the most important factors of Russia's economic development, one of the directions of which is heat supply. It is shown how the heat power industry developed in Russia, including heat supply based on cogeneration, starting with the GOELRO Plan. A significant part of thermal energy in Russia is produced at steam turbine thermal power plants. For example, the K-160-130 steam turbine is the first unit with intermediate steam superheating produced by Kharkiv Turbo-Generator Facility (KHTGZ) named after S. M. Kirov and it still works at many power plants. Cogeneration is centralized heat supply in the production of electricity and heat in a single technological cycle and it provides both fuel economy and reliability of heat supply. The main key areas in the heat power industry are the transfer of condensing power plants to the heating mode and the transfer of boilers to the cogeneration mode. At the same time, for example, hot water boilers become reserve-peak sources of heat energy, ensuring the reliability of heat supply to consumers. However, cogeneration has not yet been widely used in small heating boilers, due to the lack of production of gas-piston engines and power plants in Russia based on the 11GD100 gas-piston engines created in the USSR and still using by "Gazprom", PJSC.

Key words: heat power engineering, condensing power plant, gas turbine installations, gas piston installations, heat supply, cogeneration.

1. Развитие теплоэнергетики в России

Развитию энергетики послужил Государственный план электрификации России (ГОЭЛРО), который был принят постановлением Советом народных комиссаров РСФСР 21 декабря 1921 года «О плане электрификации России». Одной из задач развития отрасли в период реализации плана ГОЭЛРО было внедрение комбинированной выработки электроэнергии, тепла и централизованного теплоснабжения с источником теплоснабжения — тепловой электростанцией (ТЭЦ).

Самая первая ТЭЦ, построенная по плану ГОЭЛРО в 1922 году, называлась «Уткина заводь». В день пуска участники торжественного митинга переименовали



❖ Современная «Правобережная ТЭЦ» (владелец — ОАО «ТГК-1»)



❖ ТЭЦ №5 «Красный октябрь» — первая ТЭЦ, построенная по плану ГОЭЛРО. 1960-е годы

её в ТЭЦ №5 «Красный октябрь», и под этим именем она проработала до 2010 года. Сегодня это «Правобережная ТЭЦ» ОАО «ТГК-1». А в Москве первая ТЭЦ была введена в 1928 году.

В советском правительстве модернизация экономики трактовалась как «...электрификация всей страны, то есть развитие экономики, вооружение нашего народа энергетическими ресурсами с тем, чтобы создать условия, когда бы мы могли производить столько, сколько нужно для нашего общества. А это и есть коммунизм» [3].

В СССР в 1960-е годы энергетика уже развивалась за счёт паровых турбин большой единичной мощности (160–300 МВт) с промежуточным перегревом пара. «Турбина К-160-130 — первый агрегат с промежуточным перегревом пара производства Харьковского турбогенераторного завода (ХТГЗ) им. С.М. Кирова. Десятки тепловых электростанций в Советском Союзе были оборудованы этими турбинами. Ряд турбин находится в эксплуатации на зарубежных установках» [4].

Построенные в СССР электростанции с турбинами мощностью 160–300 МВт продолжают работу в России и в СНГ [4], поэтому разработанные автором научно-технические решения по турбинам К-160-130 Ташкентской ГРЭС, в том числе их перевод в когенерационный режим работы, актуальны и в настоящее время [5, 6]. Имеется аналогичный опыт использования теплоты конденсата паровой турбины Т-100/120-130 для нагрева исходной воды в поверхностном подогревателе на Ульяновской ТЭЦ-1 [7].

2. Когенерация

Когенерация — централизованное теплоснабжение при производстве электроэнергии и тепла в едином технологическом цикле (Приказ Росстата от 15 июля 2020 года №383). Когенерация обеспечивает экономию топлива и надёжность теплоснабжения, поскольку при переводе котельных в когенерационный режим водогрейные котлы становятся резервно-пиковыми источниками тепловой энергии.

Согласно «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года» (Распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 года №1523-р): «Задачами теплоснабжения являются: формирование эффективных рынков теплоснабжения с приоритетом когенерации при соблюдении баланса интересов хозяйствующих субъектов и потребителей; повышение надёжности и эффективности теплосетевых комплексов». Указанная стратегия соответствует Федеральному закону РФ от 27 июля 2010 года №190-ФЗ «О теплоснабжении», согласно которому (ст. 3) к общим принципам организации отношений в сфере теплоснабжения, в частности, отнесены: обеспечение энергетической эффективности теплоснабжения; обеспечение приоритетного использования комбинированной выработки электрической и тепловой энергии для организации теплоснабжения; развитие систем централизованного теплоснабжения.

Согласно ч. 3 ст. 23 уполномоченные органы должны осуществлять разработку, утверждение и ежегодную актуализацию схем теплоснабжения, которые должны содержать, в частности, меры по переоборудованию котельных в источники комбинированной выработки электрической и тепловой энергии.

При этом, согласно критериям, установленным «Правилами оценки готовности к отопительному периоду» (Приказ Минэнерго России от 12 марта 2013 года №103), должна обеспечиваться как надёжность теплоснабжения потребителей, так и энергосбережение — повышение коэффициента полезного действия котлоагрегатов, теплофикационных и других установок на основе современных технологий сжигания топлива, когенерационная выработка тепловой и электрической энергии, увеличение коэффициента использования тепловой мощности.

Вопрос когенерации (надстройка отопительных котельных газопоршневыми электростанциями) актуален, например, для энергодефицитной Белгородской области. Из более 7000 газовых котельных в регионе (постановление губернатора Белгородской области от 30 июня 2017 года №49), потребляющих на собственные нужды электроэнергию, значительная их часть функционирует в сфере АПК (свинокомплексы, птицефабрики, молочные комплексы, мясокомбинаты, сахарные заводы, тепличные комплексы).

3. Перевод конденсационных электростанций в теплофикационный режим

Повышение надёжности и энергоэффективности обеспечивается, например, переводом паровых турбин конденсационной электростанции (КЭС) в режим когенерации. На рис. 1 показано сравнение схем энергетических балансов раздельной и комбинированной выработки теплоты и электрической энергии.

При замещении отпускаемой из котельной теплоты $Q_{отп}$ теплотой из отбора турбины ТЭЦ для теплоснабжения потребителей обозначенные на рис. 1б потери 1' и 2' (при раздельном способе) уменьшаются, соответственно, до 1 и 2 (при комбинированном способе производства), благодаря чему достигается экономия топлива:

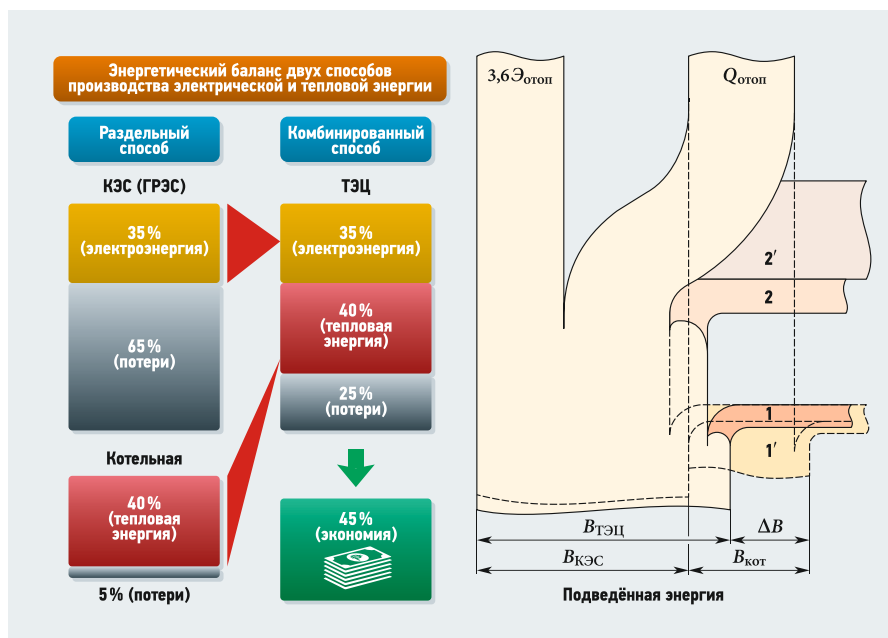
$$\Delta B = B_{КЭС} + B_{кот} + B_{ТЭЦ},$$

где $B_{КЭС}$, $B_{кот}$ и $B_{ТЭЦ}$ — расход топлива соответственно на конденсационной электростанции, котельной и теплоэлектроцентрали при равенстве полезной энергии в сопоставляемых вариантах.

Результаты проводимой на Ташкентской ГРЭС работы по подготовке к переводу в теплофикационный режим экспонировались на ВДНХ СССР, за которую автор был награждён бронзовой медалью (постановление Главного комитета ВДНХ СССР от 29 ноября 1978 года №735).

Разработанные автором технические, технологические и компоновочные решения с соблюдением требований безопасности были реализованы в проекте «Реконструкция Ташкентской ГРЭС в теплофикационный режим работы», утверждённом Приказом Минэнерго СССР от 13 декабря 1984 года №257-пс, и остаются актуальными до настоящего времени.

В соответствии с данным приказом на первом этапе была произведена реконструкция турбин К-160-130 энергоблоков ст. №№6, 9, 11, 12 с организацией регулируемого теплофикационного отбора, две из которых более 40 лет работают в теплофикационном режиме. Показана воз-



•• Рис. 1. Сопоставление энергобалансов раздельной и комбинированной выработки теплоты и электроэнергии (1 — КЭС и котельной с одной стороны и ТЭЦ — с другой; 1' — в виде диаграммы)

можность и целесообразность перевода действующих конденсационных электростанций (КЭС) в режим ТЭЦ.

Разработанные автором решения используются в учебных курсах данной специальности [8].

Продлению срока службы созданных в СССР паровых турбин содействует АО «Калужский завод энергетического машиностроения» (АО «КЗАЭМ») — современное российское предприятие, обладающее внушительным технологическим потенциалом и обширной площадью производственных мощностей (расположенных на территории трёх промышленных городов: Санкт-Петербург, Екатеринбург, Калуга), производящее соответствующие турбины:

- К-180-130 (также для замены К-160-130);
- К-225-130;
- К-330-240 (также для замены К-300-240).

Для поддержания надёжности и эффективности таких турбин в России разработаны соответствующие нормы и правила, например, стандарт организации НП «ИНВЭЛ» СТО 70238424.27.040.012-2009 «Турбина паровая К-160-130 ХТГЗ. Технические условия на капитальный ремонт. Нормы и требования».

В городе Валуйки на комбинате растительных масел (ВКРМ) в 2005–2006 годах была запроектирована и построена с участием (под руководством) автора электростанция мощностью 2000 кВт с двумя газопоршневыми мотор-генераторами 11ГД100, конвертированными из дизель-генераторов 7Д100 (ХЗТМ)

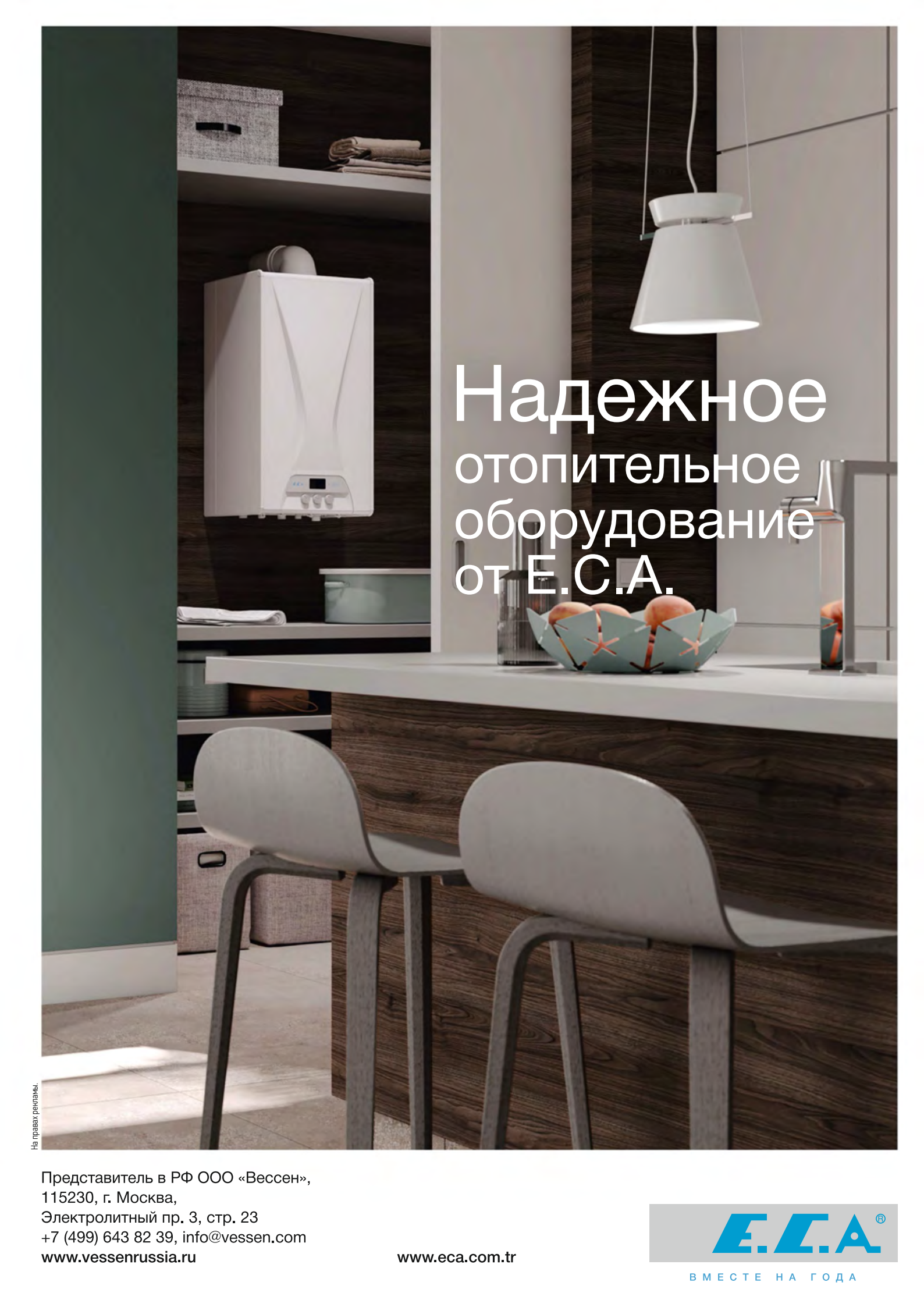
4. Газотурбинные и газопоршневые электростанции

В городе Белгороде в 2004–2005 годах по инициативе автора были построены две газотурбинные ТЭЦ электрической мощностью по 60 МВт для централизованного теплоснабжения города [9].

В городе Валуйки на комбинате растительных масел (ВКРМ) в 2005–2006 годах была запроектирована и построена с участием (под руководством) автора электростанция мощностью 2000 кВт с двумя газопоршневыми мотор-генераторами 11ГД100 (рис. 2), конвертированными из дизель-генераторов 7Д100, производимых на Харьковском заводе транспортного машиностроения им. В.А. Малышева (ХЗТМ). На основании этого проекта и положительного опыта их работы в ПАО «Газэнерго» можно рекомендовать воспроизводство в России аналогов мотор-генераторов 11ГД100 на современной технологической основе.

Под руководством С и участием автора по заказу ООО «Пулковская ТЭЦ» был также разработан проект «Реконструкция котельной в тепловую электростанцию мощностью 120 МВт (ПГУ-ТЭЦ 120 МВт)» (рис. 3), получивший положительное заключение государственной экспертизы №112-12/СПЭ-1808/02.

Целесообразность сооружения малых ТЭЦ с газопоршневыми двигателями и газотурбинными установками на природном газе для повышения эффективности систем энергоснабжения небольших городов подтверждается в работе [10]. Многие разработанные автором решения носят универсальный характер и могут быть рекомендованы для внедрения на других тепловых электростанциях и отопительных котельных.



Надежное отопительное оборудование от E.C.A.

На правах рекламы

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

www.eca.com.tr

E.C.A.[®]

ВМЕСТЕ НА ГОДА



❖ **Рис. 2.** Газопоршневая электростанция 11ГД100 мощностью 1000 кВт на Валуйском комбинате растительных масел (Белгородская область)

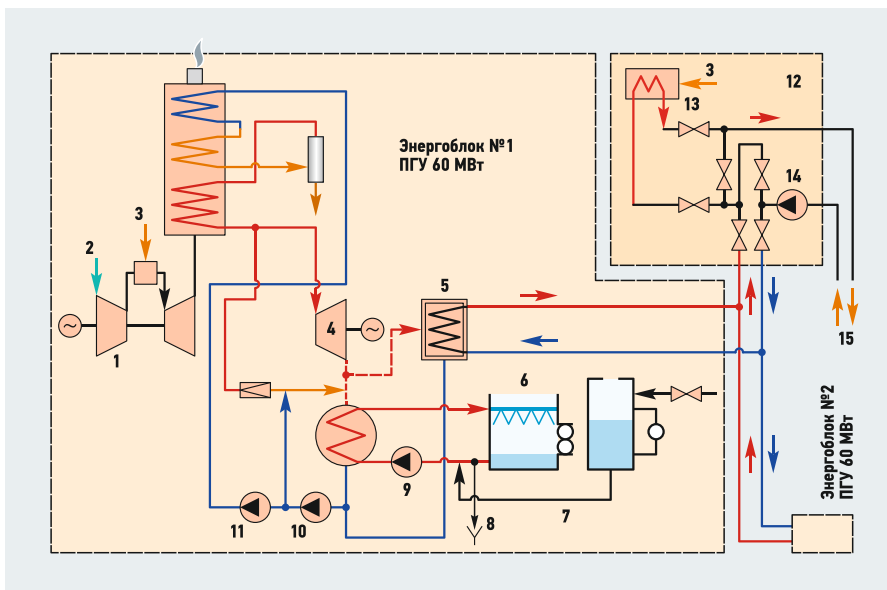
Выводы

1. Начиная с плана ГОЭЛРО и до настоящего времени одной из основных задач в энергетике России является повышение надёжности и эффективности источников энергии в системах теплоснабжения. Эта задача в целом решается, однако имеется одна из нерешённых со дня распада СССР проблем — создание газотурбинных электростанций.

Примером можно назвать Белгород, где были построены две газотурбинные ТЭЦ мощностью по 60 МВт. Под руководством автора был разработан проект реконструкции котельной в ПГУ-ТЭЦ 120 МВт (город Санкт-Петербург), получивший положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России».

2. Проблемой остаётся оснащённость водогрейных отопительных котельных газопоршневыми электростанциями для комбинированного производства тепловой и электрической энергии. Проблема

Для повышения эффективности систем энергоснабжения небольших городов рекомендуется сооружение малых ТЭЦ — в первую очередь путём технического перевооружения существующих котельных с применением газопоршневых двигателей и газотурбинных установок на природном газе



❖ **Рис. 3.** Принципиальная тепловая схема ПГУ-ТЭЦ 120 МВт ООО «Пулковская ТЭЦ» (1 — газовая турбина; 2 — воздух; 3 — газ; 4 — паровая турбина; 5 — подогреватель сетевой воды; 6 — градирни; 7 — подпитка; 8 — продувка на ВПУ; 9 — циркуляционный насос; 10 — конденсатный электронасос; 11 — питательный электронасос; 12 — существующая водогрейная котельная; 13 — водогрейный котёл ПТВМ-50; 14 — группа сетевых насосов; 15 — тепловая сеть с закрытым водоразбором)

заключается в отсутствии в России собственного производства газопоршневых двигателей и электростанций на их основе для обеспечения когенерации на небольших водогрейных котельных. В Белгородской области имеется более 7000 отопительных котельных, многие из которых целесообразно перевести в когенерационный режим.

Предложено организовать на основе современных технологий воспроизводство созданных в СССР газопоршневых двигателей 11ГД100, положительно зарекомендовавших себя на компрессорных станциях ПАО «Газпром».

3. Значительную роль в теплоснабжении играют построенные в СССР паротурбинные электростанции с турбинами единичной мощностью 100 МВт и выше. Дано сравнение эффективности работы отдельной работы КЭС и котельной с теплоэлектроцентралью, позволяющей в режиме когенерации экономить до 45 % топлива.

4. Для повышения эффективности систем энергоснабжения небольших городов рекомендуется сооружение малых ТЭЦ — в первую очередь путём технического перевооружения существующих котельных с применением газопоршневых двигателей и газотурбинных установок на природном газе. ●

1. Николаев Ю.Е., Дубинин А.Б., Вдовенко И.А. Повышение эффективности коммунальных систем теплоснабжения малых городов России путём сооружения ТЭЦ с газотурбинными и газопоршневыми установками // Новости теплоснабжения, 2013. №11. С. 6–8.
2. Чистович С.А., Година С.Я. 100 лет теплофикации и централизованному теплоснабжению в России: Сб. статей под ред. В.Г. Семенова. — М.: Новости теплоснабжения, 2003. С. 94–104.
3. Президиум ЦК КПСС. 1954–1964. Черновые протокольные записи заседаний. Стенограммы. Постановления. Т. 1. — М.: РОССПЭН, 2003. 398 с.
4. Акерман В.Ш., Брагинский В.А., Волинский М.М. и др. Паровая турбина К-160-130 ХТГЗ / Под ред. С.П. Соболева. — М.: Энергия, 1980. 188 с.
5. Буланин В.А., Бармин Н.Л. Реконструкция Ташкентской ГРЭС с целью её использования для теплофикации Ташкента // Электрические станции, 1986. №9. С. 36–40.
6. Буланин В.А., Бармин Н.Л. Режимы работы конденсаторов турбин К-160-130 при их использовании для подогрева подпиточной воды теплотрассы // Электрические станции, 1987. №2. С. 25–29.
7. Орлов М.Е., Замалева М.М., Кузьмин А.В., Шарпов В.И. О целесообразности и возможности подогрева воды для систем теплоснабжения за счёт использования теплоты основного конденсата теплофикационных турбин // Надёжность и безопасность энергетики, 2018. №11. С. 117–125.
8. Буланин В.А. Энергетический баланс тепловой электростанции. Учеб. пособ. — Ташкент: ТТУ, 1989. 64 с.
9. Соболев Г.А. Актуальное интервью. Зерно рациональности // Наша газета (ОАО «Белгородэнерго»), 2002. №15.
10. Николаев Ю.Е., Вдовенко И.А., Дубинин А.Б. Термодинамический и экономический анализ эффективности малых теплофикационных установок для систем энергоснабжения городов // Труды Академэнерго, 2017. №2. С. 61–70.

References — see page 79.

Сверхнадёжная конструкция тёплого пола от EASTEC

На данный момент в России насчитывается более 100 компаний, реализующих под своими брендами кабельные тёплые полы самого различного ценового диапазона, уровня популярности и, конечно же, качества. Как из такого изобилия выбрать достойный вариант, не «переплатив за бренд»? Ответ очевиден: обратить внимание на конструктивные особенности самого тёплого пола, от которых в конечном итоге и будет зависеть эксплуатационный ресурс установленной системы обогрева.



На правах рекламы.

Компанией EASTEC («ИСТЭК»), эксклюзивным представителем завода E&S Tec (ведущего южнокорейского предприятия по выпуску электрических систем обогрева), была разработана и внедрена в производство сверхнадёжная и обладающая самым высоким запасом прочности среди аналогов на российском рынке конструкция тёплого пола EASTEC ECM (нагревательный мат на сетке) и EASTEC ECC (универсальный тёплый пол в бухте).

Её главные преимущества:

1. Соединение двух греющих жил и заземляющего провода (с одной стороны) и трёх электрических (холодных) проводов внутри соединительной муфты (с другой стороны) выполняется с помощью профессионального кремпинг-автомата и соединительных гильз увеличенного размера (толщина меди — 1 мм). В аналогах используется размер 0,2–0,4 мм.

2. Соединительная и концевая муфты высокой плотности производятся при помощи двойного последовательного горячего литья специальным двухкомпонентным полиуретановым компаундом (производство Ю. Корея) в пресс-форму под большим давлением, что обеспечивает беспрецедентно высокие показатели надёжности, механической и электрической прочности, влагостойкости (IP67 как минимум), трудновоспламеняемости, термостойкости и долговечности.

Также внутри муфт на 100% исключена вероятность образования воздушных пустот, чем не могут похвастаться большинство тёплых полов, использующих либо клеевые термоусадочные трубки, либо трубки-заготовки для горячего прессования концевых и соединительных муфт.

3. В качестве изоляции на греющих жилах выступает современный высокомолекулярный кристаллизованный высокотемпературный полимер — фторопласт-4, он же тефлон, он же политетрафторэтилен (производство Ю. Корея),

для которого характерны: чрезвычайно высокая химическая стойкость ко всем кислотам, щелочам и агрессивным средам; исключительно высокие диэлектрические показатели; гидрофобность (не смачивается водой и не подвергается воздействию воды даже при самом длительном испытании); низкий коэффициент трения; исключительно высокая электрическая прочность; способность оставаться прочным, стабильным и полностью работоспособным в интервале температур $-260...+260^{\circ}\text{C}$, при этом аналоги для изоляции греющих жил зачастую используют либо горючий пластик, что недопустимо, либо более доступный фторопласт-2 (поливинилиденфторид, PVDF) с рабочим интервалом температур $-40...+135^{\circ}\text{C}$.

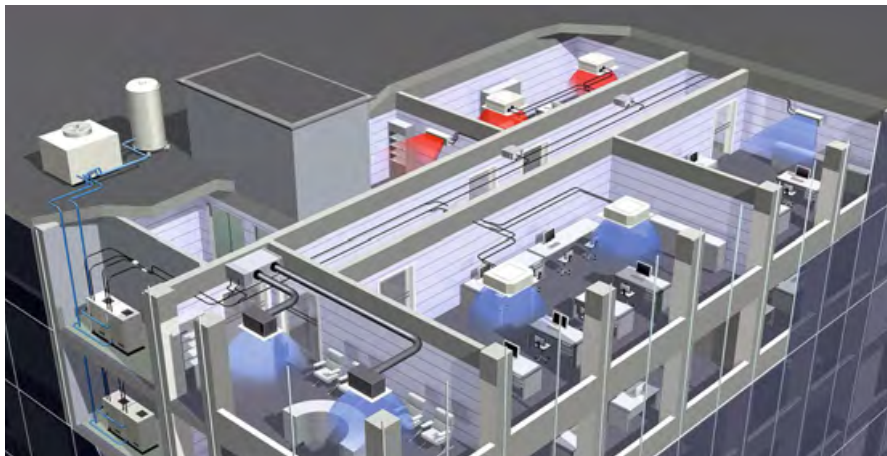
4. Благодаря использованию термостойкого полимера фторопласт-4, кабельные тёплые полы EASTEC ECM и ECC выдерживают критическую температуру перегрева до 260°C , не перегорают на воздухе (не боятся воздушных пустот в растворе), выдерживают длительный перегрев. Большой расход термостойкого тефлона на каждую греющую жилу обуславливает внешний диаметр самого греющего кабеля — 4,5 мм. Сплошной алюминиевый экран и двухжильная конструкция обеспечивают минимальные показатели электромагнитного излучения. Стекловолоконная жила по центру кабеля дополнительно увеличивает параметр прочности на растяжение.

5. Все тёплые полы EASTEC ECM и EASTEC ECC проходят обязательный технический контроль: подача высокого напряжения (от 2,7 до 3 кВ) на готовый комплект при погружённых в воду соединительной и концевой муфтах.

Тёплые полы EASTEC — максимальное качество по доступной цене!

Более подробная информация о продукции EASTEC приведена на официальном сайте. ●

www.eastec.ru



Сравнение энергоэффективности систем VRF с рекуперацией тепла

VRF-системы, то есть системы кондиционирования воздуха с переменным расходом хладагента, ежегодно увеличивают объёмы продаж на 15–20 %, занимая всё большую долю на мировом рынке центральных систем кондиционирования. Несколько лет назад продажи VRF-систем по совокупной холодопроизводительности обошли даже своего основного конкурента — чиллерные системы, достигнув 55 % мирового рынка. Всё это говорит о том, что системы с переменным расходом хладагента нашли некую «золотую середину» с точки зрения функционального удобства для конечного потребителя и конструктивной возможности кондиционировать практически любое здание за счёт длинных трубопроводов и модульности.

Автор: С.В. БРУХ, технический редактор журнала СОК, автор книги «VRF-системы кондиционирования воздуха. Особенности проектирования, монтажа, наладки, сервиса»

Любая удачная технология начинает развиваться и приспособливаться под конкретные требования объекта. Так и системы VRF разделились внутри класса на подклассы: стандартные двухтрубные VRF, мини-VRF, системы с водяным охлаждением конденсатора, системы с газовым приводом компрессора, системы с рекуперацией тепла. Именно о последних и пойдёт речь в данной статье.

Чем отличаются системы с рекуперацией тепла от обычных VRF-систем? В первую очередь независимой работой внутренних блоков в режиме тепла или холода. То есть в обычной VRF-системе пользователи могут включить внутренний блок, поменять требуемую температуру воздуха, но не могут сделать одного — поменять режим работы с тепла на холод или наоборот.

Конструктивно VRF-системы с рекуперацией тепла позволяют внутренним блокам не только менять температуру воздуха, скорость вентилятора, но и независимо выбирать режим функционирования: тепло или холод. Это очень удобно главным образом в переходный период, когда часть помещений требует охлаждения (например, с солнечной стороны), а другая часть — обогрева. VRF-системы с рекуперацией более комфортны для

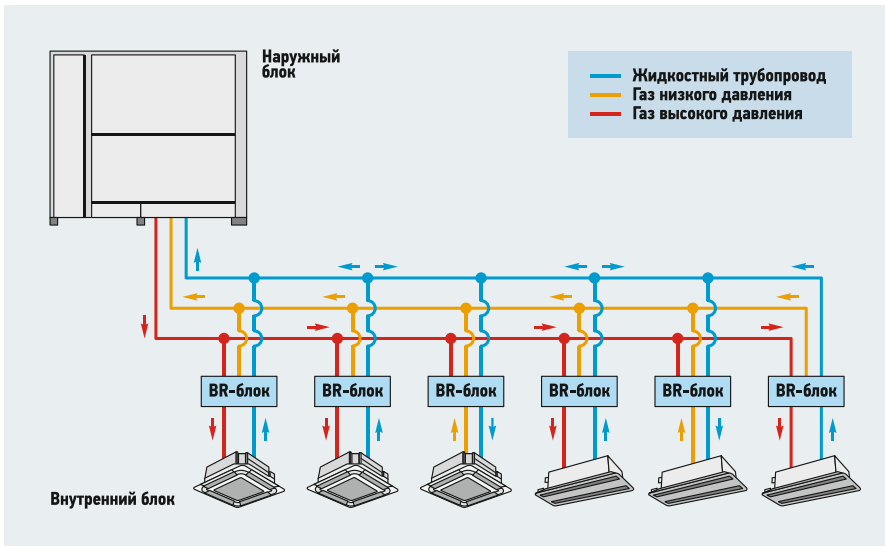
потребителя, так как позволяют независимо выбирать режим. Но это означает, что они дороже примерно на 20–30 %, чем аналогичные системы без рекуперации.

И тут мы подходим к самому интересному — к конструкции VRF-систем с рекуперацией тепла. На сегодняшний день существует две принципиально разные конструкции: система с рекуперацией на основе двухтрубного варианта, назовём её «*Михаил Ефремович*» (МЕ), и система с рекуперацией на основе трёхтрубного варианта, назовём её просто «*Петром*» (Р). К слову, использует двухтрубный вариант только МЕ, а трёхтрубного варианта придерживаются все остальные производители VRF-систем: например, «*Михаил Харитонович*» (МН), «*Фёдор Геннадьевич*» (FG), «*Харитон*» (Н), «*Данила*» (D) и многие другие. Определить, насколько эти варианты отличаются по энергоэффективности, и есть цель данной статьи.

Отдельно хотелось бы обратить внимание, что сравниваются не бренды и производители, а сравниваются именно двух- и трёхтрубные технологии VRF-систем с рекуперацией тепла. Псевдонимы же присвоены лишь для того, чтобы исключить обвинения автора со стороны производителей в субъективной оценке производимого ими оборудования.

Зачем нужна VRF-система с рекуперацией тепла?

Интересно будет рассказать историю, когда при эксплуатации VRF-системы без рекуперации тепла возник некий казус. Данная система обслуживала этаж офисного здания. На этаже находилось множество различных помещений: офисы персонала, залы совещаний, переговорные, кабинет директора. Летом, когда во всех помещениях было жарко, система работала на холод, и никаких проблем не возникало. Но осенью, когда на улице похолодало, а отопление ещё не включили, возникла проблема. В кабинете директора стало достаточно прохладно, и он переключил свой внутренний блок в режим тепла. Этот внутренний блок был задан «главным» для всей системы, и наружный блок благополучно перевёл работу всех внутренних на тепло. А в соседних помещениях было установлено много офисной техники, которая имеет большие теплоизбытки. Плюс плотность людей была также значительно большей, нежели в просторном кабинете директора. Всё это привело к тому, что в остальных офисах стало откровенно жарко, а система кондиционирования ничего с этим поделать не могла — она была переключена на тепло. Этот пример наглядно показывает необходимость применения VRF-систем с рекуперацией тепла именно для переходного периода года.



❖ Рис. 1. Конструкция трёхтрубных VRF-систем с рекуперацией тепла

Конструкция трёхтрубных VRF-систем с рекуперацией тепла

Трёхтрубная VRF-система содержит наружный блок, который является компрессорно-конденсаторным блоком с тремя трубопроводами хладагента (рис.1): газ высокого давления и высокой температуры (около 2,8 МПа, +80°C для фреона R410a), жидкость среднего давления (около 1,2 МПа, +15°C), газ низкого давления (около 0,7 МПа, +5°C).

Внутренние блоки, работающие на тепло, подключаются к трубопроводу высокого давления и жидкостному трубопроводу. Внутренние блоки, работающие на холод, подключаются к жидкостному трубопроводу и трубопроводу газа низкого давления. Эти переключения осуществляет дополнительный блок, назовём его «блок рекуператора» (BR). Блоки рекуператора могут быть однопортовые, для присоединения одного внутреннего блока, либо многопортовые — для присоединения, например, четырёх, восьми или 12-ти

внутренних блоков. Основная функция блоков рекуператора — это как раз переключение внутренних блоков к нужным трубопроводам с помощью клапанов.

Конструкция двухтрубных VRF-систем с рекуперацией тепла

Двухтрубные VRF-системы с рекуперацией тепла также содержат наружный блок, блоки рекуперации и внутренние блоки. Но отличаются от трёхтрубных, во-первых, наличием двух выходящих труб

из наружного блока, а не трёх (рис.2). Во-вторых, блок рекуперации значительно сложнее по конструкции, ниже мы её рассмотрим.

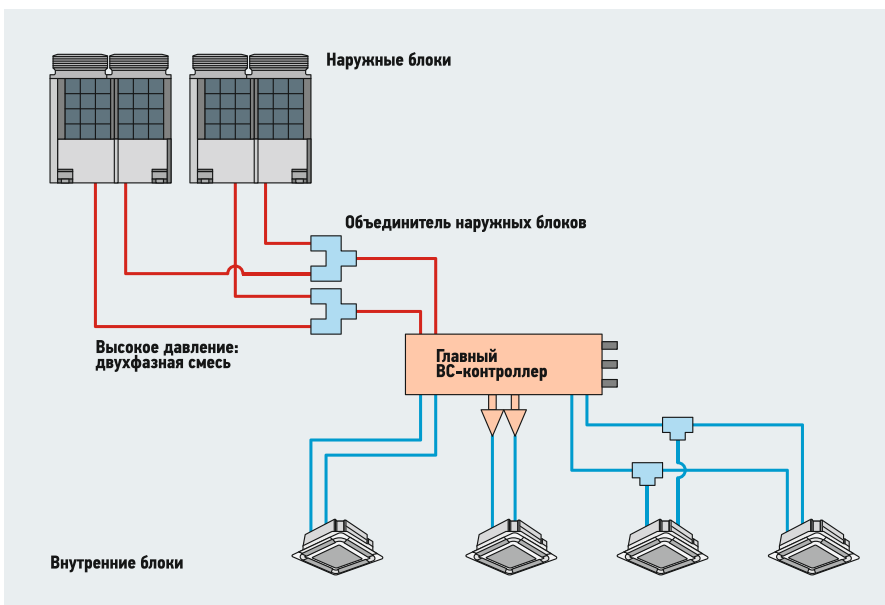
Каким же образом функционируют двухтрубные VRF-системы с рекуперацией? Принципиальным отличием от трёхтрубных является объединение двух подающих трубопроводов в один: газового трубопровода высокого давления и жидкостного трубопровода. В результате по этому объединённому трубопроводу в ВС-контроллер поступает парожидкостная смесь. Эту смесь необходимо разделить на жидкость и газ, что успешно и происходит в сепараторе блока рекуперации. Далее газ высокого давления поступает к внутренним блокам, работающим на тепло. А жидкость обладает слишком большим давлением, поэтому она сначала дросселируется до требуемого давления кипения и только затем поступает к внутренним блокам, работающим на холод.

Вот основные отличия блоков рекуперации двухтрубных систем: это обязательное наличие сепаратора «жидкость — газ» и дросселирующих устройств для жидкостного трубопровода.

❖ Параметры двух- и трёхтрубных систем

табл. 1

Система с рекуперацией	Трёхтрубная (P)	Двухтрубная (ME)
Режим работы	Только холод	Только холод
Трубопровод ЖТ	Жидкость переохлаждённая	Жидкость переохлаждённая
Трубопровод ГВД	Пустой	
Трубопровод ГНД	Газ низкого давления	Газ низкого давления
Производительность, кВт	22,4	22,4
Энергопотребление, кВт	4,38	4,44
EER (стандартные условия, блок 8HP)	5,11	5,05



❖ Рис. 2. Конструкция двухтрубных VRF-систем с рекуперацией тепла

Теперь после рассмотрения конструкции и принципов работы мы перейдём к главному вопросу нашей статьи — сравнению энергоэффективности этих двух вариантов конструкции VRF-систем с рекуперацией тепла.

Загрузка 100% на холод

Принципиальных отличий работы систем в крайних режимах (только тепло или только холод) нет. Нет отличий даже от более простых двухтрубных систем без рекуперации, для работы используется только два трубопровода (табл. 1). Жидкостный трубопровод (Ж) — для подачи жидкого хладагента ко всем внутренним блокам, работающим на холод. И газовый трубопровод низкого давления (ГНД) — для возврата вскипевшего газа в наружный блок. Газовый трубопровод высокого давления (ГВД) не используется.

Загрузка 100 % на тепло

Газовый трубопровод высокого давления подаёт перегретый газ через блоки рекуперации к внутренним блокам, далее газ конденсируется, отдаёт тепло конденсации, переходит в жидкое состояние и по жидкостному трубопроводу возвращается в наружный блок (табл. 2). Газовый трубопровод низкого давления в данном случае не используется.

Частичная загрузка на холод, частичная на тепло

Вот это самый интересный режим, отличающийся по своему функционированию от простых двухтрубных систем. Для начала зададимся вопросом, а насколько этот режим необходим в современных зданиях? На этот вопрос автор ответил в статье «Обоснованный выбор трёхтрубных VRF-систем кондиционирования» [1]. Её основные тезисы следующие:

1. В жаркий период года (при наружной температуре выше +20°C) все внутренние блоки работают на холод.
2. В переходный период (от -10°C до +20°C) часть внутренних блоков уже переключаются на тепло, но большая часть блоков продолжает работать на холод.
3. В холодный период года (ниже -10°C) большая часть внутренних блоков работает на тепло, но часть блоков продолжает работать на холод.

Сейчас, по прошествии времени, можно добавить четвёртый пункт:

4. При подключении к трёхтрубной системе VRF-модуля подогрева горячего водоснабжения здания ГВС в любой период года будет требоваться как выработка тепла, так и холода.

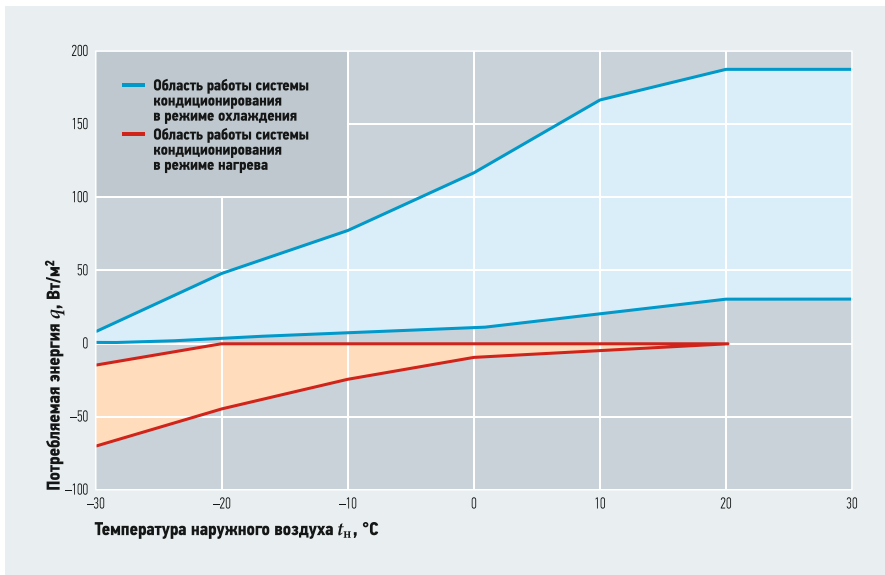


Рис. 3. Совмещённый график удельных тепловых нагрузок офисного здания

Параметры двухтрубной и трёхтрубной систем

табл. 2

Система с рекуперацией	Трёхтрубная (P)	Двухтрубная (ME)
Режим работы	Только тепло	Только тепло
Трубопровод Ж	Жидкость	Жидкость
Трубопровод ГВД	Перегретый газ	—
Трубопровод ГНД	Пустой	Перегретый газ
Производительность, кВт	25	25
Энергопотребление, кВт	4,76	4,72
COP (стандартные условия, блок 8HP)	5,25	5,3

В количественном выражении переход с режима холода на тепло в зависимости от наружной температуры представлен на рис. 3.

Из рис. 3 можно сделать вывод, что большую часть времени в современном здании требуется одновременно как тепло, так и холод. Следовательно, применение VRF-систем с рекуперацией тепла необходимо и оправдано.

Работа трёхтрубных систем с рекуперацией с комбинированной выработкой тепла и холода

Далее вернёмся к нашим VRF-системам, работающим в режиме частичной загрузки на тепло и на холод. Рассмотрим сначала работу трёхтрубных систем с рекуперацией тепла — рис. 4. На нём изображён режим большей части внутренних блоков, работающих в режиме холода, и меньшей части в режиме тепла (потому что он является основным исходя из рис. 3). Хотя для наших дальнейших выводов это уже не принципиально.

Компрессор наружного блока сжимает газ низкого давления и выдаёт газ высокого давления и высокой температуры. Газ частично идёт к внутренним блокам, работающим на тепло, и частично в конденсаторы наружного блока. После конденсатора хладагент в виде жидкости поступает к внутренним блокам, работающим на тепло.

Теперь рассмотрим путь хладагента высокого давления и высокой температуры. Он поступает на блок рекуперации и далее во внутренний блок. Во внутреннем блоке горячий хладагент остывает до температуры конденсации, отдавая сначала теплоту перегрева (это важно), затем конденсируется, отдавая теплоту конденсации, и далее в виде жидкости поступает в жидкостный трубопровод.

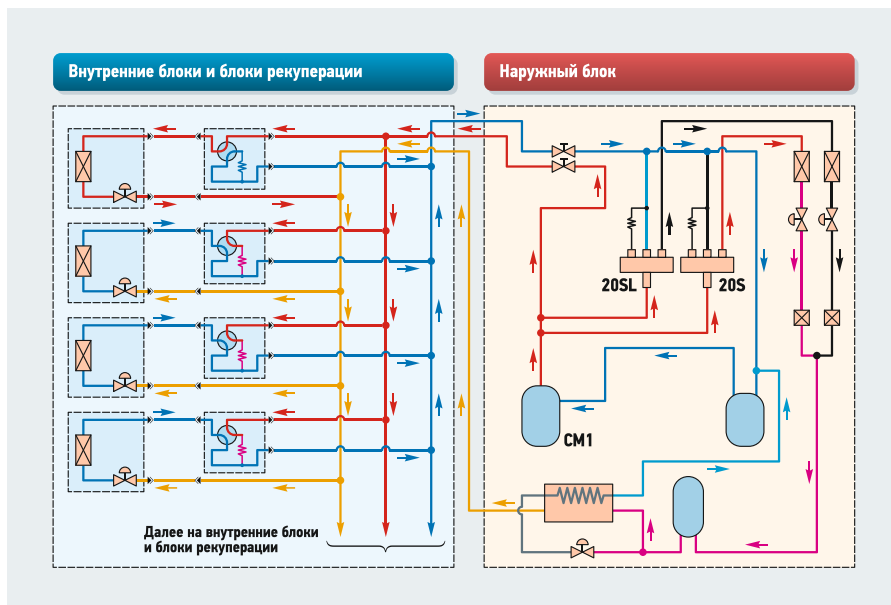


Рис. 4. Работа трёхтрубной VRF-системы в режиме частичной загрузки (синий — газ низкого давления, красный — газ высокого давления, оранжевый — жидкость)

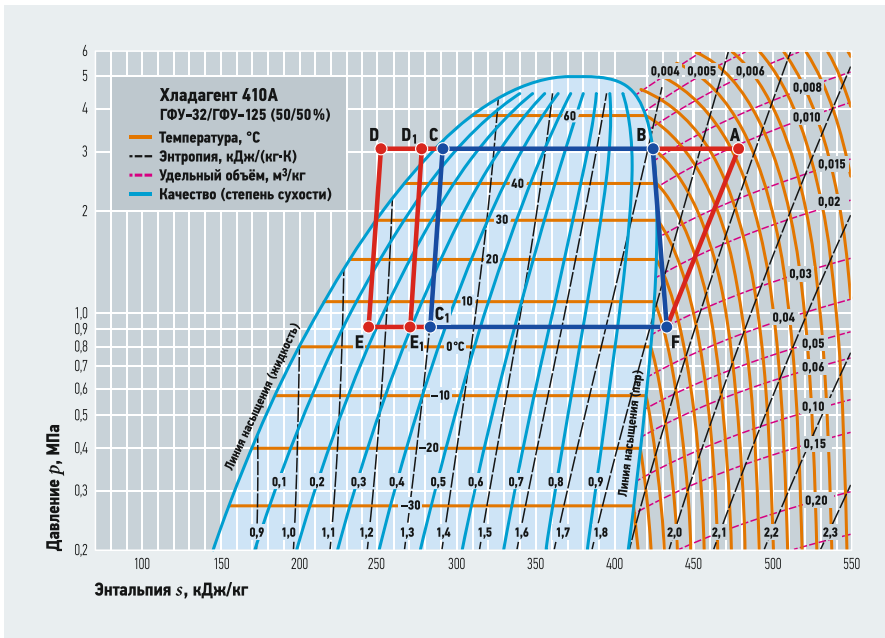


Рис. 5. Цикл фреона в холодильной машине на диаграмме *i*–*P*

Далее у нас есть внутренний блок, работающий на холод. Блок рекуперации этого внутреннего блока закрывает линию газа высокого давления и открывает линию газа низкого давления. Жидкий хладагент, вышедший из внутреннего блока, работающего на тепло, поступает во внутренний блок, работающий на

холод, не возвращаясь при этом в наружный блок (это опять важно). То есть за один цикл хладагент совершает два полных действия: работу части блоков на тепло, а другой части — на холод. Наружный блок как бы тратит энергию на выработку теплоты, получая холод при этом «бесплатно».

Параметры фреона R410a в узловых точках холодильного цикла

табл. 3

Точки	Температура, °С	Абсолютное давление, МПа	Энтальпия, кДж/кг
A, на входе в конденсатор	80	3,0	475
B, начало конденсации	49	3,0	422
C, конец конденсации	49	3,0	285
D1, выход из конденсатора	44	3,0	275
D, выход из переохладителя	25	3,0	250
E, вход в испаритель после переохладителя	5	0,9	245
E1, вход в испаритель без переохладителя	5	0,9	280
F, вход в компрессор	10	0,9	430

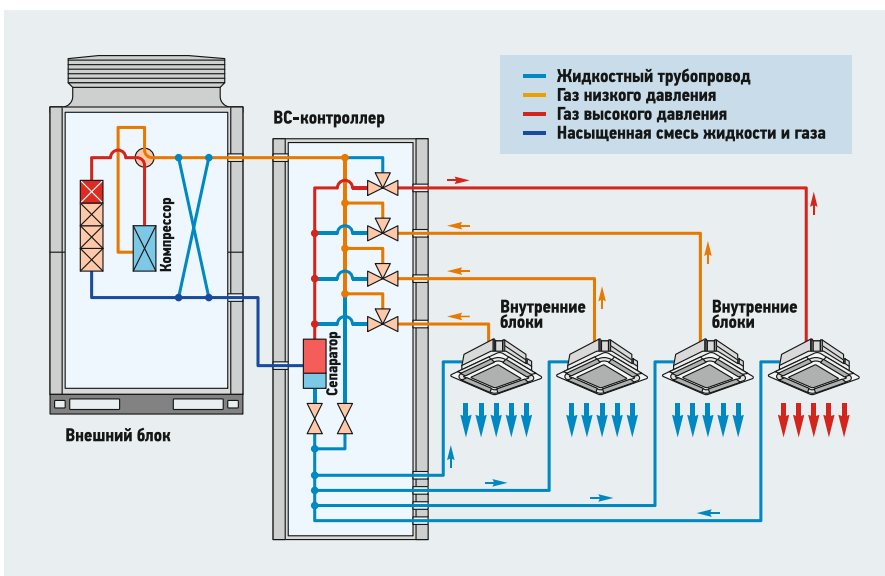


Рис. 6. Работа двухтрубной VRF-системы в режиме частичной загрузки

В этом процессе и есть основная причина энергоэффективности трёхтрубных систем: при одновременной выработке тепла и холода в пропорции 50 % на 50 % энергоэффективность трёхтрубных систем максимальна и в два раза больше, чем выработка только тепла или только холода (табл. 3).

Теперь нарисуем этот процесс на графике «давление-энтальпия» (рис. 5).

Работа двухтрубных систем с рекуперацией с комбинированной выработкой тепла и холода

Рассмотрим теперь работу двухтрубных систем с рекуперацией тепла (рис. 6). Но сначала — небольшой комментарий по поводу параметров окружающего воздуха. Параллельная выработка тепла и холода происходит, как правило, при некой средней температуре наружного воздуха, например +10°C. И логично предположить, что если температура окружающего воздуха ниже, то и температура конденсации хладагента будет также ниже.

При понижении температуры наружного воздуха происходит снижение скорости вентилятора наружного блока и поддержание постоянной температуры конденсации 49°C. Давления конденсации и испарения немного отличаются у разных производителей, но суть регулирования остаётся прежней

Однако регулирование процесса охлаждения конденсатора наружного блока с помощью вентилятора направлено на поддержание постоянных температур конденсации. Эти параметры прописаны в сервисном руководстве («мануале») и равны 49°C и 2,98 МПа. Следовательно, при понижении температуры наружного воздуха происходит снижение скорости вентилятора наружного блока и поддержание постоянной температуры конденсации 49°C. Давления конденсации и испарения немного отличаются у разных производителей, но суть регулирования остаётся прежней.

В дальнейших расчётах для единообразия мы примем их одинаковыми для всех сравниваемых систем.

Каким образом работает двухтрубная VRF-система с рекуперацией ME в режиме частичной загрузки? Компрессор сжимает хладагент и с высоким давлением и высокой температурой подаёт на конденсатор. Но, поскольку лишь часть внутренних

блоков работает на холод, а другая часть — на тепло, конденсация происходит не полностью, и в подающий трубопровод высокого давления подаётся смесь жидкости и газа. Напомним, что любая смесь жидкости и газа находится в состоянии насыщения (в контексте данной статьи это важно). Далее в блоке рекуперации эта смесь разделяется на жидкость и газ, после чего газ высокого давления и высокой температуры подаётся к внутренним блокам, работающим на тепло. А жидкость высокого давления проходит через дросселирующее устройство, понижает своё давление до температуры кипения +5°C (и немного вскипая при этом), попадает во внутренний блок, работающий на холод.



VRF-системы с технологией рекуперации тепла позволяют экономить значительное количество энергии, по сравнению с классическими VRF, за счёт параллельной выработки тепла и холода. Двухтрубные и трёхтрубные VRF-системы с рекуперацией тепла не отличаются друг от друга по эффективности в режимах работы 100% тепла или 100% холода

После внутреннего блока, работающего на тепло, выходит хладагент в виде жидкости, поступает обратно в блок рекуперации, там смешивается с жидким хладагентом из наружного блока и поступает далее к внутренним блокам, работающим на холод. Далее хладагент по трубе газа низкого давления возвращается в наружный блок, и процесс повторяется.

Сравнение энергоэффективности двухтрубных и трёхтрубных систем с рекуперацией в режиме частичной загрузки

Возьмём для примера 40% загрузку наружного блока на тепло и 60% на холод. Чем будет отличаться работа сравниваемых

систем? Главное отличие — это то, что в подающем трубопроводе трёхтрубных систем будет поступать к блокам рекуперации перегретый газ и переохлаждённая жидкость. А в двухтрубных системах — смесь жидкости и газа в состоянии насыщения. Это означает, что энергия перегрева газа после компрессора и энергия переохлаждения после конденсатора в двухтрубных VRF с рекуперацией теряется. Сколько это в цифрах? Давайте посчитаем.

Насколько уменьшается энергия, поступающая к внутренним блокам, работающим на тепло?

Трёхтрубный вариант. Энтальпия перегретого газа, поступающего к внутренним блокам, равна 475 кДж/кг. Энтальпия переохлаждённой жидкости, выходящей от внутреннего блока, равна 275 кДж/кг. Разница между ними остаётся во внутреннем блоке в качестве полезной производительности и равна 200 кДж/кг.

Двухтрубный вариант. Энтальпия насыщенного газа, поступающего к внутренним блокам, составляет 422 кДж/кг. Энтальпия переохлаждённой жидкости, выходящей от внутреннего блока, равна 275 кДж/кг. Разница между ними остаётся

во внутреннем блоке в качестве полезной производительности и равна 147 кДж/кг, отсюда $200/147 = 1,36$.

То есть производительность внутренних блоков при работе на тепло в трёхтрубном варианте больше на 36%.

Насколько уменьшается энергия, поступающая к внутренним блокам, работающим на холод?

Трёхтрубный вариант. Энтальпия смеси жидкости и газа после дросселирования, поступающей к внутренним блокам, равна 245 кДж/кг. Энтальпия перегретого газа, выходящего от внутреннего блока, равна 430 кДж/кг. Разница между ними остаётся во внутреннем блоке в качестве полезной производительности по холоду и равна 185 кДж/кг.

Двухтрубный вариант. Переохладитель жидкости в двухтрубных VRF-системах вынесен из наружного блока в блок рекуперации. Поэтому энтальпия смеси жидкости и газа после дросселирования, поступающей к внутренним блокам, равна также 245 кДж/кг. Энтальпия перегретого газа, выходящего от внутреннего блока, — 430 кДж/кг. Разница между ними остаётся во внутреннем блоке в качестве полезной производительности и равна 185 кДж/кг, отсюда $185/185 = 1,0$. То есть производительность внутренних блоков при работе на холод одинакова (табл. 4).

Выводы

1. VRF-системы с технологией рекуперации тепла позволяют экономить значительное количество энергии, по сравнению с классическими VRF, за счёт параллельной выработки тепла и холода.
2. Двух- и трёхтрубные VRF-системы с рекуперацией тепла не отличаются друг от друга по эффективности в режимах работы 100% тепла или 100% холода.
3. Трёхтрубные VRF-системы с рекуперацией тепла обладают преимуществом перед двухтрубными VRF-системами с рекуперацией за счёт использования тепла перегрева хладагента. Двухтрубные VRF-системы с рекуперацией при преобладании режима холода над режимом тепла подают к внутренним блокам насыщенную смесь жидкости и газа, что снижает производительность внутренних блоков на величину перегрева хладагента. Для рассмотренного примера коэффициент энергоэффективности для трёхтрубных систем составил 8,8, для двухтрубных систем с рекуперацией — 7,51. ●

•• Параметры системы

табл. 4

Система с рекуперацией	Трёхтрубная (Р)	Двухтрубная (МЕ)
Режим работы	Тепло — 40%, холод — 60%	Тепло — 40%, холод — 60%
Загрузка внутренних блоков, %	100	100
Температура наружного воздуха, °C	10	10
Производительность по теплу, кВт	10,0	7,3
Производительность по холоду, кВт	13,4	13,4
Энергопотребление, кВт	2,66	2,76
Производительность, кВт	23,4	20,7
СОР (блок 8HP)	8,80	7,51

1. Брух С.В. Обоснованный выбор трёхтрубных VRF-систем кондиционирования // Журнал СОК, 2004. №5. С. 76–77.



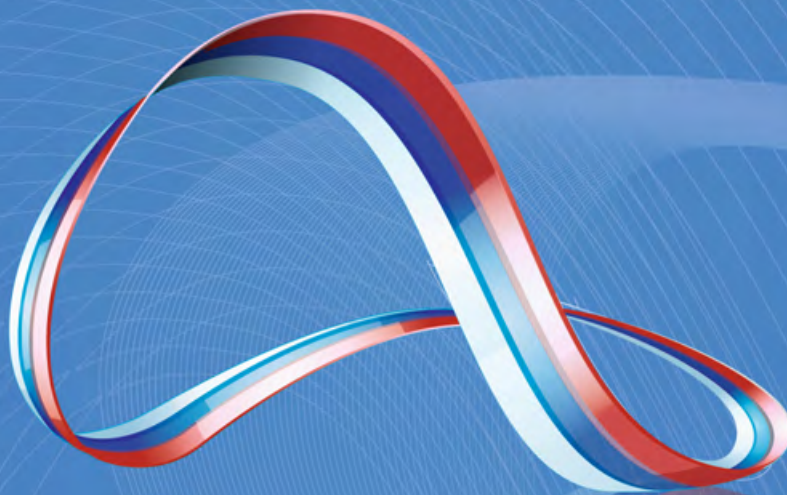
КЛИМАТА

17-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ,
ОТОПЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ И КОММЕРЧЕСКИЙ ХОЛОД



**ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ
СОБЫТИЕ ГОДА***



Бесконечный МИР технологий КЛИМАТА

9-12 МАРТА 2021
МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

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

Получить новых поставщиков и клиентов

Договориться о выгодных условиях и скидках

Найти новые возможности заработать

Узнать о крутых продуктах и технологиях

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



www.climatexpo.ru

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



РЕКОММЕНДУЕТ



Климатические балки для водовоздушных систем

В данной статье представлен технический обзор одного из сегментов рынка профессионального климатического оборудования — эжекционных доводчиков (климатических балок) для водовоздушных систем.

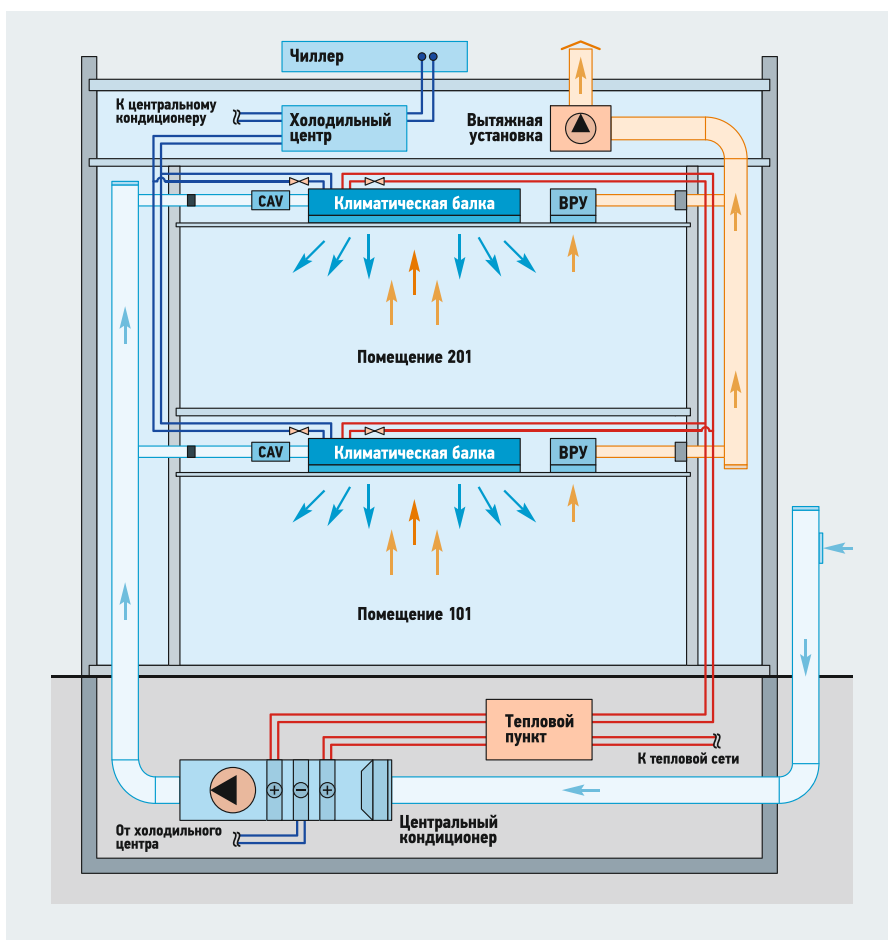
Во всём мире водовоздушные системы кондиционирования воздуха традиционно применяются для крупных и многофункциональных зданий с большим числом помещений различного назначения. В качестве основных достоинств этих систем можно выделить компактность, возможность модернизации при реконструкции или перепланировке здания и простое индивидуальное регулирование температуры в каждом отдельном помещении.

В таких системах в качестве основного хладоносителя используется обыкновенная вода, которая по трубам приносит холод в каждое кондиционируемое помещение. При этом трубопроводы холодоснабжения имеют относительно небольшое сечение, а количество помещений и их удалённость практически не ограничена. Источником холода является холодильный центр здания, а в некоторых случаях один холодильный центр может работать на целую группу зданий. В холодильных центрах применяются различные компрессионные и абсорбционные холодильные машины в зависимости от требуемой мощности, возможности размещения оборудования с учётом архитектуры здания и доступности энерго-

В зданиях с фанкойлами приточно-вытяжная вентиляция помещений, как правило, делается полностью независимой отдельной системой. При этом приточная система может не иметь агрегатов для предварительного охлаждения и осушения воздуха, что значительно снижает её капитальную стоимость

носителей — электричества, подпиточной воды, газа или вторичных энергоресурсов. Холодильный коэффициент современных холодильных машин может быть от 2,5 единиц для простых машин воздушного охлаждения и до 7–8 единиц для машин с турбокомпрессорами. Это позволяет подобрать оптимальное решение для холодильного центра в зависимости от приоритетов застройщика.

Охлаждённая в холодильном центре вода поступает в «местные доводчики», которые устанавливаются локально во всех кондиционируемых помещениях. Основным элементом местного доводчика является водовоздушный теплообменник, через который осуществляется циркуляция всего объёма воздуха помещения.



●● Рис. 1. Водовоздушная система вентиляции и кондиционирования воздуха с эжекционными доводчиками (климатическими балками)

В результате циркуляции воздух охлаждается и поддерживается комфортная температура. Кроме того, каждое кондиционируемое помещение должно быть подключено к приточно-вытяжной системе вентиляции. Она обеспечивает минимальный воздухообмен, необходимый для дыхания людей, удаления пыли и вредных выделений, поддержания влажности. В водовоздушных системах кондиционирования воздуха применяются два типа местных доводчиков — это вентиляторные доводчики (фанкойлы) и эжекционные доводчики, известные также как «холодные балки» или «климатические балки» (рис. 1).

Вентиляторные доводчики (фанкойлы) стали наиболее массовым решением для водо-водяных систем в зданиях различного назначения. Циркуляция воздуха из помещения через фанкойл осуществляется за счёт встроенного вентилятора. Вентиляторы могут выходить из строя, изнашиваться и создавать дополнительный шум. Тем не менее, начиная с 1970-х годов промышленность освоила выпуск достаточно дешёвых вентиляторов с приемлемыми шумовыми характеристиками. Однако, как показала практика эксплуатации объектов, фанкойлы, которые работают практически постоянно имеют достаточно ограниченный срок службы, а массовая замена вентиляторов оказывается очень затратным мероприятием.

В фанкойлах используется холодная вода с параметрами 7–12°C, поэтому на выходе из фанкойла воздух имеет достаточно низкую температуру 14–15°C, что позволяет серьёзно снизить стоимость самого фанкойла, но создаёт значительную зону дискомфорта вокруг устройства. Кроме того, в процессе работы в фанкойле образуется конденсат, который собирается в дренажный поддон и отводится от прибора в дренажную магистраль.

Чтобы добиться нормативного уровня шума проектировщики вынуждены подбирать фанкойлы на средней или даже минимальной скорости работы вентилятора, а практика акустических расчётов на основе частотных характеристик уровней шума в системах кондиционирования на основе вентиляторных доводчиков показывает, что без использования глушителей шума на входе и выходе из доводчиков добиться величины уровня звукового давления даже 30 дБ(А) чрезвычайно трудно.

Разумеется, при реализации дополнительных мероприятий по борьбе с шумом, более сложных проектных решений и использовании наиболее дорогостоящего оборудования можно получить высокие показатели комфорта в помещениях с использованием фанкойлов.

Но в целом по рынку отзывы конечных пользователей помещений с фанкойлами, по мнению автора, отражают усреднённые результаты применения данного оборудования: *«Пришлось несколько дней пожить в санатории в Сочи. Отопление и кондишн в номерах — фанкойлы напольные. Вроде бы ничего, но на ночь отключал из-за шума».*

По сути, фанкойл — это простой и надёжный комнатный бытовой прибор, который пользователь может включить или выключить по своему желанию и сам выбрать компромисс между желанием охладить помещение и временным дискомфортом и повышенным уровнем шума.

В зданиях с фанкойлами приточно-вытяжная вентиляция помещений, как правило, делается полностью независимой отдельной системой. При этом приточная система может не иметь агрегатов для предварительного охлаждения и осушения воздуха, что значительно снижает её капитальную стоимость.



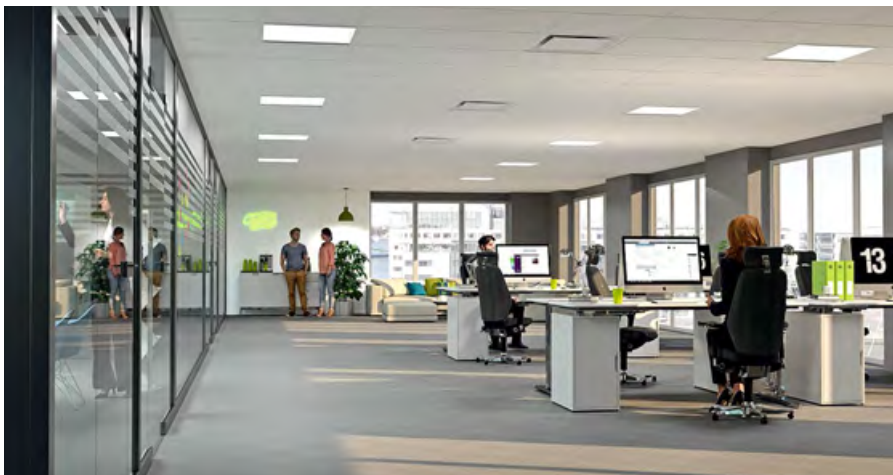
Лучшее предложение сезона

Тепловизор testo 868

обладает самым высоким качеством тепловизионного изображения в своем классе

- Связь с мобильным приложением по WiFi
- Разрешение до 320x240 пикселей с технологией SuperResolution
- Объективное сравнение термограмм и автоматическое определение коэффициента излучения с функциями testo ScaleAssist и ϵ -Assist

* С 14.09.2020 по 31.12.2020 действует специальная цена на тепловизоры testo 868



Эжекционные доводчики (климатические балки)

Основное отличие эжекционных доводчиков — это отсутствие движущихся частей и электродвигателей. Циркуляция воздуха через прибор осуществляется за счёт явления эжекции, когда первичный вентиляционный воздух от центрального кондиционера подаётся непосредственно в эжекционный доводчик и вовлекает в движение значительный объём вторичного воздуха обслуживаемого помещения. Далее воздух, как и в фанкойле, проходит через водо-водяной теплообменник, где охлаждается и поступает обратно в помещение [1–3]. Инжекционные доводчики стандартно позволяют обеспечить более комфортные условия в рабочей зоне за счёт менее глубокого охлаждения и более комфортной подачи циркулирующего воздуха.

Важным преимуществом эжекционных доводчиков является отсутствие движущихся частей, что значительно повышает надёжность и долговечность оборудования. А отсутствие выпадения конденсата в процессе работы серьёзно упрощает обслуживание: как правило, раз в год рекомендуется выполнять сухую очистку теплообменника с помощью обыкновенного пылесоса.

Приточно-вытяжная вентиляция в зданиях с эжекционными доводчиками является неотъемлемой частью системы. Первичный приточный воздух после предварительного охлаждения и осушения в центральном кондиционере постоянно подаётся непосредственно в корпус эжекционных доводчиков. Первичный воздух необходим для обеспечения циркуляции вторичного воздуха. Вытяжной воздух может удаляться из помещений через дополнительные вытяжные решетки или через специальные вытяжные патрубки, устанавливаемые в корпусе некоторых моделей эжекционных доводчиков.

Во втором случае в помещениях будут отсутствовать дополнительные вентиляционные решётки. Системы кондиционирования с эжекционными доводчиками считаются более дорогими по капитальным вложениям, однако пользуются популярностью на объектах, где оборудование будет работать постоянно, в частности, в зданиях, не имеющих естественного проветривания, и там где существуют высокие требования к комфорту со стороны конечного пользователя, особенно когда застройщик строит объект для себя. К тому же стоимость полного цикла строительства и эксплуатации объектов с климатическими балками существенно ниже чем объектов с фанкойлами. Неслучайно именно климатические балки выбраны для кондиционирования наиболее крупных и известных объектов по всему миру — там, где оборудование должно работать круглогодично и обеспечивать наилучший уровень комфорта.

В СССР в период с 1963 по 1985 годы были спроектированы и построены объекты, оснащённые системой вентиляции и кондиционирования воздуха на базе отечественных эжекционных доводчиков, такие как Дом Правительства РФ, здание Совета Федерации, здание «Мосгипротранса»; здания-«книжки» на Новом Арбате, а также ряд административных зданий в столицах союзных республик. За последние годы в современной России были построены новые первоклассные здания с климатическими балками: офисное здание компании Lindstrom (Санкт-

Холодильная мощность эжекционных доводчиков зависит от объёма подаваемого первичного воздуха и в некоторых случаях минимального расчётного количества приточного воздуха может быть недостаточна

Петербург); офисное здание Four Tower (Санкт-Петербург); некоторые офисные здания комплекса «Федерация» (Москва); многофункциональный комплекс «Лахта-Центр» (Санкт-Петербург); здание «Гиперкуб» в Сколково (Москва) и др.

Особенности проектирования и подбора эжекционных доводчиков

Проектирование и подбор оборудования для водо-водяных систем с эжекционными доводчиками имеет свои особенности. При определении теплопритоков важно сделать расчёт полного и явного количества теплоты, а также количества поступающей влаги в помещение в расчётных условиях. Явные теплопоступления должны ассимилироваться за счёт производительности водяного контура балки, а скрытые теплопоступления — приточным воздухом [1]. Минимальное количество свежего приточного воздуха подаваемого в помещения определяется исходя из требований нормативной документации по обеспечению минимальной кратности воздухообмена и вентиляции. С другой стороны, холодильная мощность эжекционных доводчиков напрямую зависит от объёма подаваемого первичного воздуха и в некоторых случаях минимального расчётного количества приточного воздуха может быть недостаточно. В этом случае проектный его расход увеличивают для обеспечения требуемой мощности охлаждения.

Эжекционные доводчики должны работать в «сухом» режиме (без выпадения конденсата в процессе охлаждения воздуха) и задача поддержания влажностного баланса в допустимых пределах помещения также ложится на приточную систему вентиляции [2]. В трубопроводах холодоснабжения температура охлаждающей воды принимается на уровне +15...+16°C, а расчётные условия в помещениях: температура воздуха +24°C и влажность 50%. При увеличении влажности возникает угроза выпадения конденсата, как на трубопроводах так и на теплообменниках эжекционных доводчиков.

Поэтому во влажном климате, например, в Центральном федеральном округе РФ, приточный воздух рекомендуется дополнительно осушать в центральном кондиционере. С другой стороны, практика эксплуатации эжекционных доводчиков в России показывает, что при наличии хорошей системы автоматики, которая при необходимости плавно повышает температуру воды в водяном контуре, даже в самых неблагоприятных условиях удастся избежать конденсации влаги на эжекционных доводчиках.

Автоматизация эжекционных доводчиков

Автоматика эжекционных доводчиков значительно проще, чем у фанкойлов, тут нет необходимости устанавливать в каждый блок индивидуальную электронную плату управления для работы вентилятора и переключения скоростей его вращения, не нужно подводить к каждому блоку кабель электропитания. Регулирование производительности балок осуществляется только за счёт клапана на водяном теплообменнике. Причём один клапан может быть установлен сразу на группу балок, обслуживающих одно помещение [4]. Для управления клапаном используется комнатный термостат. Желательно, чтобы он имел контакты для подключения датчика конденсации и обеспечивал защитное перекрытие подачи воды.

Конструктивное исполнение эжекционных доводчиков

На европейском рынке наиболее известны пять компаний, которые активно продвигают климатические балки: Lindab (Швеция), Trox (Германия), Swegon (Швеция), FlaktGroup (Англия), Halton (Финляндия). Все эти фирмы хорошо представлены и зарекомендовали себя и на российском рынке климатического оборудования как надёжные поставщики качественной продукции (табл. 1). Каждая компания производит достаточно широкий модельный ряд эжекционных доводчиков, который отличается от конкурентов отдельными наиболее «сильными» позициями.

Что касается терминологии, используемой для описания выпускаемой продукции, следует отметить, что часть рассматриваемой далее продукции будет более корректно называть эжекционными доводчиками, в то время как другие модели более известны на рынке климатического оборудования как охлаждающие или климатические балки [1], хотя по сути они являются всё теми же эжекционными доводчиками.

Фасадные (подоконные) эжекционные доводчики

Первые эжекционные доводчики, запатентованные компанией Carrier в Соединённых Штатах Америки (рис. 2), были предназначены для монтажа под окнами, где теплопоступления и теплопотери достигают наибольшего значения.

На российском рынке фасадные доводчики предлагают компании Lindab (серия Fasadium), Трокс (серии QLI с резервным поддоном для конденсата и IDB), Swegon (серия Primo). На сайте Домодедовского



❖ Рис. 2. Один из первых фасадных эжекционных доводчиков серии Weathermaster



❖ Рис. 3. Эжекционный доводчик Kamrman, встраиваемый в пол



❖ Рис. 4. Потолочный эжекционный доводчик Swegon с четырёхсторонней подачей воздуха

машиностроительного завода «Кондиционер» представлены фасадные эжекционные доводчики для систем кондиционирования типа Д-Э2-0,56, разработанные ещё в 1960-х годах. По своим техническим характеристикам эта продукция уступает зарубежным аналогам, но остаётся вполне актуальной, особенно для реконструкции существующих объектов.

Фасадные доводчики выпускаются бескорпусными и должны быть закрыты декоративными элементами помещения с решётками для циркуляции воздуха. Устройства выглядят наиболее предпочтительно в том случае, если систему планируется использовать не только для кондиционирования, но и для постоянного отопления здания. Даже при кратковременном прекращении подачи приточного воздуха доводчики смогут обеспечить определённый подогрев за счёт естественной конвекции и не допустить

критического снижения температуры в помещениях. В тоже время такие доводчики обеспечивают невысокую мощность охлаждения по сравнению с альтернативными вариантами. А значительное увеличение нормативных требований к теплопроводности ограждающих конструкций современных зданий позволяет избежать риска выпадения конденсата на остеклении даже в случае отсутствия нагревательного прибора непосредственно под окнами.

Эжекционные доводчики встраиваемые в пол

Ещё одну модификацию эжекционных доводчиков для монтажа вдоль фасадов выпускает компания Trox. Это устройства серии VID, предназначенные для установки в фальшпол вдоль фасадов со сплошным остеклением. Среди конкурентов, присутствующих на российском рынке, аналогичную продукцию удалось найти только в каталогах компании Kamrman (серия Katherm ID, рис. 3).

Потолочные доводчики с четырёхсторонней подачей

Потолочные доводчики с четырёхсторонней подачей воздуха по своей компоновке максимально соответствуют габаритам потолочных (кассетных) фанкойлов (рис. 4) и так же выпускаются в двух габаритных вариантах исполнения: 600×600 и 600×1200 мм. Отличие — в более низком уровне шума и комфортном распределении воздуха, что достигается благодаря особенностям конструкции эжекционного доводчика и меньшей холодильной мощностью.

По сравнению с потолочными фанкойлами аналогичного размера холодильная мощность доводчика может быть практически в два раза меньше. Тем не менее, многие заказчики делают свой выбор в пользу комфорта, и данная продукция находит своего покупателя во многих странах мира.

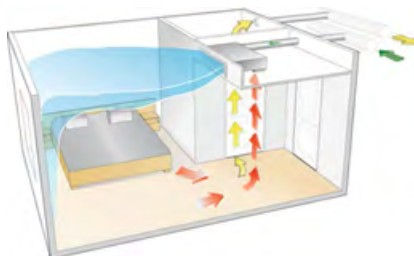


Балки с четырёхсторонней подачей выпускают все рассматриваемые производители. Эта продукция достаточно схожа по своим техническим характеристикам и потребительским свойствам. На рынке существует жёсткая ценовая конкуренция, и хорошая маркетинговая поддержка приобретает здесь значительную роль.

В этом плане хорошо выглядит продукция компании Swegon (серия Parasol). Модель получилась очень удачной и несколько десятилетий была заслуженно наиболее популярной среди клиентов. Так, например, компания Трох смогла добиться аналогичных технических характеристик только после выхода на рынок доводчика DID614 в 2014 году. А доводчик серии Lyra II (FlaktGroup) отличается от конкурентов возможностью установки дополнительного регулятора расхода воздуха, который позволяет стабильно регулировать расход первичного воздуха в зависимости от потребности за счёт регулировки проходного сечения подающих сопел.

Эжекционные доводчики гостиничного типа

Постоянный и устойчивый тренд строительства и реконструкции гостиниц по всему миру делает данный сегмент рынка одним из ключевых для производителей самого разного оборудования. Поэтому специально для гостиничных номеров и аналогичных помещений выпускается эжекционный доводчик, предназначенный для установки за потолком входного тамбура (рис. 5).



❖❖ Рис. 5. Установка эжекционного доводчика Swegon в гостиничного типа



Гостиничные эжекционные доводчики есть в модельном ряду каждого производителя и на первый взгляд имеют достаточно похожие технические характеристики. Каждый производитель старается сделать свой гостиничный доводчик тоньше, компактнее и более тихим, но при этом добиться максимальной холодильной мощности. Чтобы выбрать оптимальный вариант требуется детальное сравнение под конкретные нагрузки и габариты помещений. Монтаж гостиничного доводчика подразумевает установку дополнительной подающей решётки и решётки рециркуляционного воздуха, поэтому удобно, когда производитель предлагает комплектно штатные соединительные пленумы.

Тренд строительства и реконструкции гостиниц по всему миру делает этот сегмент рынка одним из ключевых для производителей разного оборудования, включая эжекционные доводчики, устанавливаемые за потолком входного тамбура

И тут есть различия: некоторые изготовители поставляют только решётки, в то время как другие — полное оснащение. Так, например, доводчики серии СНН (Halton) имеют штатные телескопические пленумы с диапазоном регулирования 40 мм для рециркуляционной решётки и до 200 мм — для подающей решётки, что значительно упрощает проектирование и монтаж этой продукции.

Эжекционные доводчики нестандартной конфигурации

Помимо привычных типов эжекционных доводчиков, рассмотренных ранее, на рынке присутствуют более редкие продукты, которые находят применение лишь в отдельных странах или в нестандартных ситуациях — в случаях, когда другие варианты доводчиков использовать затруднительно или нецелесообразно. При этом не приходится рассчитывать на выдающиеся технические характеристики или низкую стоимость.

Например «встраиваемые в стену» доводчики серии Paragon Wall (Swegon), отличаются от массового гостиничного варианта тем, что приточный и рециркуляционный воздух подаётся и возвращается через одну общую решётку, установленную в стене. При этом сам доводчик будет полностью смонтирован в соседнем помещении или коридоре.



❖ **Рис. 6.** Пример помещения с эжекционным доводчиком Plafond «углового» монтажа

Доводчики «углового монтажа» (рис. 6), такие как серия Plafond (Lindab), серия Svalbard-H (Troх, Норвегия), серия СВН (Halton), предназначены для открытого монтажа и устанавливаются по углу между стеной и основным потолком. Среди конкурентов выгодно выделяется серия Plafond с высокой холодильной мощностью, тремя вариантами исполнения и полным комплектом дополнительных декоративных элементов.

Доводчики «с круглой внешней панелью» визуально выглядят как обычный круглый диффузор и помещаются в стандартную ячейку потолка размером 600×600 мм. На рынке присутствует серия DID-R (Troх) и серия CSW (Halton). При этом максимальная производительность этих доводчиков составляет приблизительно 500 Вт.

Подача охлаждённого воздуха может выполняться не только через специальные воздухораспределители, но и через декоративные щели между стенами и подвесным декоративным потолком. Для помещений с таким дизайном предназначен «безкорпусной запотолочный» доводчик серии Celo (Lindab), который будет полностью спрятан за потолком и при этом эффективно охлаждать помещение.

Стандартные балки (потолочные с двухсторонней раздачей)

Трудно сказать, кто первым придумал такую конструкцию, но именно потолочный эжекционный доводчик с двухсторонней подачей воздуха стал самым массовым и популярным вариантом, и именно

этот вариант доводчиков стали называть «холодными балками» (chilled beam). Холодильная мощность эжекционного доводчика несколько ниже, чем у фанкойла, поэтому заменить наиболее привычные, бюджетные кассетные фанкойлы таким же количеством эжекционных доводчиков размером 600×600 или

Подача охлаждённого воздуха может выполняться не только через специальные воздухораспределители, но и через декоративные щели между стенами и подвесным декоративным потолком

❖ Производители эжекционных доводчиков (климатических балок)

табл. 1

Тип эжекционных доводчиков	Lindab	Troх	Swegon	FlaktGroup	Halton
Фасадные (подоконные)	Fasadium	QLI, IDB	Primo	–	–
Встраиваемые в пол	–	BID	–	–	–
Четырёхсторонней подачи (кассетные)	Plexus	DID 614	Parasol	Lyra/Lyra II	CBX
Гостиничного типа	Munio	DID-E2	Paragon	Silencia	CHB/CHH
Встраиваемые в стену	Polaris S	–	Paragon Wall	–	–
Углового монтажа	Plafond	Svalbard-H	–	–	CBH
С круглой внешней панелью	–	DID-R	–	–	CSW
Безкорпусные потолочные	Celo	–	–	–	–
Стандартные холодные балки	Premum, Solus, Premax, Proffesor	DID 642, DID 632, DID 312, DID 600, Svalbard I	Pacific	Wega II	REX
Холодные балки открытого монтажа	Proffesor, Architect	Svalbard-F	Adriatic	Nova II	REX Exposed
Стандартные многофункциональные балки	–	DID-SB	–	Stella	REX Exposed
Дизайнерские многофункциональные балки	+	+	н.д.	н.д.	н.д.

600×1200 мм затруднительно. А использование дополнительных доводчиков существенно влияет на стоимость проекта, да и габариты потолка не всегда позволяют разместить необходимое количество оборудования.

Чтобы увеличить холодильную мощность, эжекционный доводчик сделали более длинным, а подачу воздуха организовали только с двух сторон, так получилась охлаждающая балка. Поперечный размер оставили 600 мм под стандартную ячейку подвесного потолка. Во многих странах используются потолки со стандартной ячейкой шириной 300 мм, поэтому в модельном ряду производителей есть узкие балки, но на нашем рынке это неактуально — такие потолки совершенно не пользуются популярностью. В результате новой компоновки появилась возможность устанавливать холодные балки в одну прямую линию, вплотную друг за другом. Такое расположение позволяет добиться высокой холодильной мощности и компактно разместить оборудование на потолке даже при очень высоких тепловых нагрузках в помещении, порядка 150–200 Вт/м². При этом без дополнительных затрат получается красивый и практичный дизайн — установленные в подвесном потолке в одну линию балки смотрятся стильно и аккуратно, они вписываются практически в любой современный интерьер.

Стандартные холодные балки включены в модельный ряд всех производителей: как правило, выпускаются несколько различных серий, имеющих свои особенности и применение. Поэтому в сводной табл. 1 приведена только наиболее популярная продукция, информация о которой есть на официальных сайтах.

Одним из характерных продуктов в этой группе является холодная балка серии DID432 (Trox), которая способна обеспечить наибольшую холодильную мощность и эффективно работать с широким диапазоном первичного воздуха (рис. 7).

При минимальной стоимости оборудования применение стандартных холодных балок позволяет получить техническое решение обеспечивающее максимальную холодопроизводительность и самый высокий уровень комфорта.



•• Рис. 7. Холодная балка Trox для монтажа в подвесном потолке

Потолочные балки для открытого монтажа

Для использования стандартных климатических балок необходимо наличие подвесного потолка. Это нужно не только для того, чтобы спрятать корпус оборудования, но и для обеспечения комфортной подачи охлаждённого воздуха настилающими струями вдоль потолка. Только в этом случае стандартная балка обеспечит комфортные условия в рабочей зоне, иначе холодный воздух будет просто «падать» вниз с высокой скоростью.

С другой стороны, установленные в линию балки практически исключают необходимость наличия запотолочного пространства для размещения оборудования систем вентиляции и кондиционирования. Воздуховоды приточного воздуха могут быть подведены через коридор и подключены к торца балки. Однако комфортно подать охлаждённый воздух без использования эффекта «прилипания» струи к потолку — достаточно сложная задача, над которой работают все производители балок.

Тут не обходится без «компромиссных» решений: неслучайно в некоторых каталогах на потолочные балки открытого монтажа отсутствует информация о сертификации Eurovent.

Наиболее успешными и признанными продуктами и в этой группе оказались балки REX Exposed (Halton) и Nova II (FlaktGroup). Балка серии REX (рис. 8) является простым надёжным и бюджетным решением. К тому же она обладает высо-

кой холодильной мощностью, а длина одной балки — до 4800 мм, что достаточно для кондиционирования большинства офисных помещений.

Дополнительно к потолочной балке предлагается стандартный декоративный кожух, который будет закрывать участки воздуховода от стены помещения до торцевой стороны подключения воздуховода приточного воздуха. В этом же пространстве могут быть смонтированы регулирующие клапаны водяного тепло-



•• Рис. 8. Потолочная балка Halton для открытого монтажа

обменника. Также предлагается секция балки с воздушным клапаном для регулируемой подачи дополнительного объёма воздуха. Такая климатическая балка отлично подходит для простых рабочих помещений с невысокими претензиями к дизайну, но удобных и комфортных в эксплуатации.

Стандартные многофункциональные балки

Идея многофункциональной балки является дальнейшим развитием концепции потолочной балки открытого монтажа. В помещениях, где отсутствует фальшпотолок, сложно спрятать другие инженерные системы, такие как системы освещения и спринклерного пожаротушения, датчики дыма и присутствия, система оповещения и другие. В этом случае целесообразно и удобно разместить все дополнительные компоненты и системы в корпусе климатической балки.

Компания Trox предлагает балку DID-SB (Smart Beam). Но «стандартной» её можно назвать с большой натяжкой. Визуально балка выглядит безупречно, современно и привлекательно, так как была разработана совместно с профессиональным дизайнерским бюро. Балка имеет модульную конструкцию и отдельные декоративные элементы могут быть сделаны индивидуально под конкретный проект. Однако длина активной части балки составляет всего 3 м, а холодильная мощность — порядка 600–900 Вт, что достаточно мало для массового применения.

К тому же потенциального покупателя может остановить весьма высокая стоимость этого оборудования.

Противоположным примером концепции многофункциональной балки может служить балка REX Exposed. В данном случае компания Halton пошла по пути интеграции дополнительных систем в проверенную стандартную модель. В частности, к балке можно добавить панель со светильниками, дополнительные пустые секции, кабельные лотки и т.п. Балки можно монтировать в линию по несколько штук. И хотя при этом дизайн устройства остаётся достаточно скромным, зато сохраняются хорошие технические характеристики и вполне доступная стоимость.

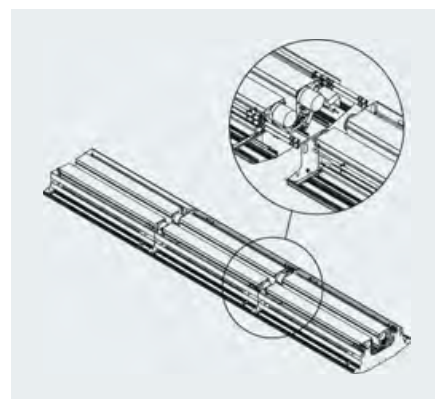
Пожалуй, оптимальным продуктом в данном исполнении будет стандартная многофункциональная балка серии IQ Star Stella компании FlaktGroup (рис. 9).



•• Рис. 9. Стандартная многофункциональная балка FlaktGroup IQ Star Stella

Этот продукт оптимально сочетает прекрасные технические характеристики, гибкость в использовании в помещениях различной конфигурации и предоставляет максимальные возможности по интеграции различных инженерных систем.

Отличительной особенностью балки Stella является стандартный монтаж до трёх секций в одну линию (рис. 10), что позволяет получить визуально красивое решение и добиться высокой холодопроизводительности.



•• Рис. 10. Монтаж трёх секций балки в линию



●● Рис. 11. Дизайнерская многофункциональная балка Trox

Одним из знаковых объектов с применением данной продукции в России является бизнес-центр Four Tower в Санкт-Петербурге, куда было поставлено 2500 многофункциональных охлаждающих балок с системой переменного расхода воздуха, со встроенными светильниками, динамиками и спринклерной противопожарной системой.

Благодаря своим возможностям балка Stella достаточно часто успешно конкурирует с более дорогой и ещё более технологичной продукцией — дизайнерскими многофункциональными балками.

Дизайнерские многофункциональные балки

Только архитектор с мировым именем может позволить себе использовать разработанную специально под его проект дизайнерскую многофункциональную балку (рис. 11). В данном случае речь идёт не только об адаптации отдельных элементов конструкции, но и об изготовлении полностью уникального продукта, который будет иметь свою неповторимую и узнаваемую форму, цветовое решение, декоративные элементы, интегрированную систему освещения и т.д.

Согласно информации, приведённой на сайтах производителей, на производстве дизайнерских балок специализируется компания Lindab и английское подразделение компании Trox, но не исключено, что и другие компании могут предложить данную продукцию. В России дизайнерские многофункциональные балки были применены для строительства уникального здания «Гиперкуб» архитектурным бюро Бориса Бернаскони.

Заводская комплектация автоматикой и вентиляцией с переменным расходом воздуха

В бюджетном варианте для управления климатической балкой необходим регулирующийся клапан, простой комнатный термостат и защитный датчик конденсации. Тут наиболее простое и комплектное решение предлагает компания Swegon. Комнатный контроллер Luna обеспечивает все необходимые функции, а штатный датчик конденсации может быть установлен на теплообменнике любой климатической балки.

Производители также предлагают более дорогие решения по комплексной автоматизации объектов с климатическими балками, которые включают возможность регулировать расход воздуха по фактическим потребностям, например, по датчикам углекислого газа или качества воздуха. Для этого используются различные регулируемые заслонки и другие технические устройства. Однако полноценную систему с переменным расходом воздуха, которая обеспечивает стабильную регулируе-

В бюджетном варианте для управления климатической балкой необходим регулирующийся клапан, простой комнатный термостат и защитный датчик конденсации. Производители также предлагают более дорогие решения по комплексной автоматизации объектов с климатическими балками, которые включают возможность регулировать расход воздуха

мую подачу воздуха, независимо от скачков перепадов давления, предлагает компания FlaktGroup. Климатические балки серий Lyra II, Nova II, Wega II и Stella имеют регулируемые сопла, которые могут быть оснащены сервоприводом с встроенным автоматическим контроллером, обеспечивающим стабильную работу балок в режиме переменного расхода воздуха.

Выводы

Рынок климатических балок насыщен и разнообразен. Жёсткая конкуренция стимулирует производителей постоянно разрабатывать новую продукцию и адаптировать существующую под современные требования. В результате многолетней работы у каждой компании появились свои фирменные продукты, которые выгодно отличаются от конкурирующих.

Позиции Halton наиболее сильны на объектах, где требуются мощные бюджетные балки открытого монтажа, такие как REX Exposed.

В модельном ряду Lindab выделяются три модели доводчиков углового монтажа, уникальные по своим характеристикам и дизайну.

Компания FlaktGroup имеет сильные позиции по стандартным многофункциональным балкам серии Stella. Кроме того, компания предлагает самый большой выбор климатических балок с возможностью регулирования подаваемого объёма приточного воздуха.

Компания Trox может предложить практически безальтернативные доводчики VID, встраиваемые в пол, и мощные стандартные балки серии DID642. Английское подразделение компании является одним из мировых лидеров по производству дизайнерских балок.

Компания Swegon с серией Parasol и её модификациями сохраняет сильные позиции в группе эжекционных доводчиков с четырёхсторонней подачей воздуха. Компания может предложить своим клиентам не только сложную системную автоматику типа Conductor и Adapt для вентиляции по потребностям, но и простые, надёжные решения автоматизации, востребованные на российском рынке. ●

1. Бродач М.М. Климатические балки: проектирование, монтаж, эксплуатация / М.М. Бродач, М.К. Вирта, В.В. Устинов. — М.: АВОК-Пресс, 2012. 104 с.
2. Волков В.А. Влажностный баланс помещения. Проектирование систем кондиционирования воздуха на основе охлаждающих балок // АВОК, 2010. №8. С. 28–30.
3. Проектирование охлаждающих балок для достижения теплового комфорта / Науч. ред. М.Г. Тарабанов // АВОК, 2010. №2. С. 40–45.
4. Волков В.А. Автоматизация систем кондиционирования с климатическими балками // Мир климата, 2011. №69. С. 32–33.



Минстрой России продолжает срывать решения Правительства РФ и Федерального закона № 261-ФЗ. Часть 1*

В одной из новостей СОК «Эксперты негативно оценили изменения в определении энергоэффективности домов» за сентябрь 2020 года Станислав Щеглов, руководитель направления «Энергоэффективность зданий» «Корпорации Технониколь», выразил мнение, что «обновлённые требования Минстроя в предложенном проекте постановления Правительства РФ об определении класса энергоэффективности домов по проектным данным вместо инструментального контроля приведут к упразднению счётчиков на отопление», обосновывая тем, что «проектный метод не может оказаться точнее приборного, основанного на фактическом энергопотреблении».

Автор: В.И. ЛИВЧАК, к.т.н., член бюро президиума НП «АВОК», независимый эксперт

* Мнение автора может не совпадать с мнением редакции.

Критика правильная, но дело не в этом. Если в проекте:

- правильно определены приведённое сопротивление теплопередаче наружных ограждений;
- принят минимально необходимый исходя из фактической заселённости дома воздухообмен в квартирах;
- определён оптимальный график регулирования подачи теплоты в систему отопления, в зависимости от изменения температуры наружного воздуха с учётом увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением этой температуры и с учётом запаса тепловой мощности в системе отопления,

то рассчитанный проектный расход тепловой энергии, потребляемой на отопление и вентиляцию данного дома за определённый период времени, будет именно тем расходом, к которому надо стремиться, и измеренное по приборам учёта фактическое теплопотребление за тот же период в сопоставлении с рассчитанным покажет либо резервы энергосбережения, либо недостаточную подачу теплоты, как правило, из-за заниженного против нормы воздухообмена в квартирах.

Поэтому ориентация на проектные данные не исключает общедомового приборного учёта, а дело в том, что для того, чтобы иметь возможность сопоставлять теплопотребление на отопление и вентиляцию разных зданий между собой или с нормируемым значением, по которому устанавливается класс энергетической эффективности проектируемого или эксплуатируемого здания, необходимо величину годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, рассчитанную в проекте или измеренную приборами учёта теплоты за определённый период и пересчитанную на нормализованный отопительный период, отнести к постоянной величине, характеризующей каждое здание определённого назначения (МКД, офисы, школы, магазины и др.). Такой постоянной величиной может быть общая площадь здания, площадь квартир, полезная площадь отапливаемых помещений общественных зданий или их объём.

При соблюдении перечисленных условий рассчитанный проектный расход тепловой энергии, потребляемой на отопление и вентиляцию дома за определённый период времени, будет именно тем расходом, к которому надо стремиться

Первым федеральным документом, установившим энергетическую эффективность зданий, явился СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», затем это был ГОСТ 31427-2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности», где нормируемый удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД относится к единице площади квартир или полезной площади нежилых помещений (или их отапливаемого объёма, п. 2 Приложения Б СНиП 23-02), а в табл. 9 того же СНиП приводится таблица нормируемого удельного годового расхода тепловой энергии на отопление зданий, отнесённого, в частности, для МКД к площади квартир.

Также в п. 7 «Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений...», утверждённых постановлением Правительства РФ от 25 января 2011 года № 18, записано: «К показателям, характеризующим выполнение требований энергетической эффективности, относится: а) показатель удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию для всех типов зданий...».



QR-код новости
«Эксперты негативно оценили изменения в определении энергоэффективности домов» (см. СОК №09/2020)

СП 50.13330.2012, по которому выполняется расчёт энергоэффективности проекта здания, не способствует её повышению

Но в СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», актуализирующем СНиП 23-02-2003 и вышедшем на его замену, по которому выполняется в настоящее время оценка проекта на энергетическую эффективность, удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, вопреки ранее утверждённому ППРФ № 18, заменён на удельную характеристику расхода тепловой энергии, принятую из той же табл. 9 СНиП, но отнесённую к отапливаемому объёму всего здания (п. 10.1 СП 50). *Надо же что-то иное, своё создать!* Но отапливаемый объём всего здания, представляющий сумму площадей отапливаемых этажей, умноженную на их высоту (см. СП 54.13330 «Здания жилые многоквартирные»), включает, помимо квартир, лестнично-лифтовые узлы, внутренние перегородки и перекрытия и оказывается как минимум на 35 % больше объёма квартир.

В результате при определении расчётной удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания (п. Г.1 Приложения Г СП 50), отнеся годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию дома к большему объёму, получаем настолько же меньшие искомые величины в сравнении с нормируемыми по табл. 14 СП 50 (полученной из табл. 9 СНиП 23-02). Сразу же, без выполнения каких-нибудь энергосберегающих мероприятий, удельное годовое теплотребление на отопление дома в проекте снизилось на те же 35 % и более. Таким образом, в сравнении с требованиями ППРФ № 18, повышать энергетическую эффективность запроектированного по СП 50 здания уже не надо!

Это же подтверждается примером расчёта, приведённым в Приложении П СП 50, где при утеплении наружных ограждений проектируемого многоквартирного дома до базовых значений приведённого сопротивления теплопередаче и принятом нормативном значении воздухообмена в квартирах (30 м³/ч на человека) расчётная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию получилась согласно п. 8 Приложения П равной 0,219 Вт/(м³·°C), при требуемой по табл. 14 не более 0,319 Вт/(м³·°C), то есть ниже на величину:

$$(0,219 - 0,319) \times 100 / 0,319 = -31 \%$$

Из чего делается вывод, что класс энергетической эффективности проекта здания, в соответствии с табл. 2 приказа Министра России от 6 июня 2016 года № 399, — высокий В, а на практике, судя по рисунку новостей СОК, в реальных проектах даже и высочайший А+.

В то же время, если годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию дома, согласно п. 9 того же Приложения СП 50 равный 897 739 кВт·ч, как полагается по СНиП 23-02 отнести к площади квартир (в примере отсутствует, но можно получить её через жилую площадь, разделив на типовой коэффициент 0,5: 3793/0,5 = 7586 м²) и полезной площади нежилых помещений, встроенных на первом этаже (1229 м²), то расчётный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление многоквартирного дома, составит величину:

$$897\,739 / (7586 + 1229) = 101,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2.$$

В соответствии с табл. 1 того же приказа № 399 требуемое нормируемое (базовое) значение этого расхода должно быть (при средней этажности дома, равной восьми, и ГСОП = 4990 градусо-суток) не более 106 кВт·ч/м².



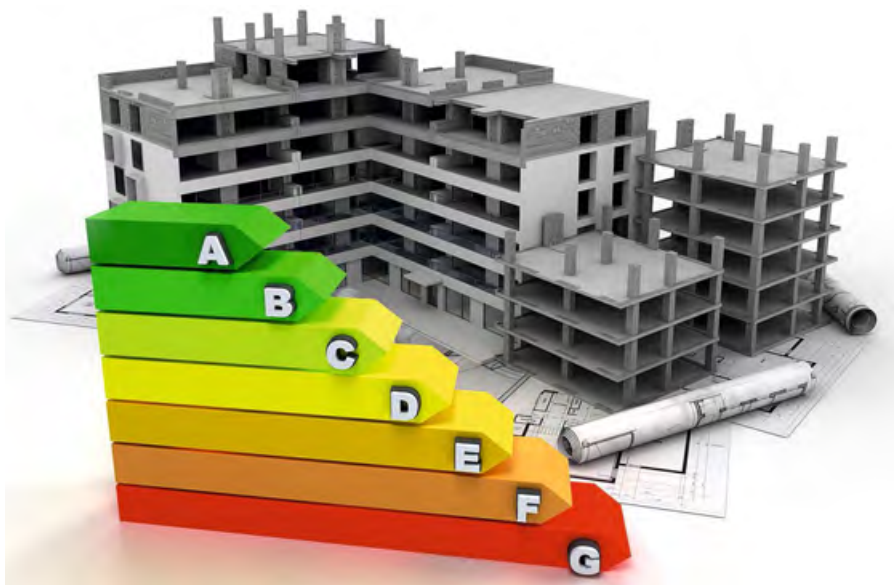
Время выбирать ваш новый Testo!

Уникальное предложение к отопительному сезону

При покупке газоанализаторов testo 310, testo 320, testo 330, testo 300 - один из нужных приборов в подарок:

- бесконтактный детектор напряжения testo 745
- тестер напряжения testo 750-1
- цифровой мультиметр testo 760-1
- дифференциальный манометр testo 510
- смарт-зонд testo 510i - манометр дифференциального давления

Перечень подарков на выбор зависит от модели газоанализатора. Предложение действует с 14 сентября до 31 декабря 2020 года при покупке в ООО „Тэсто Рус“.



Это свидетельствует о том, что настоящий класс энергоэффективности проектного многоквартирного дома

$(101,8 - 106) \times 100 / 106 = -4\%$ — только нормальный D (находится в пределах от 0 до -15%), а не высокий, как получается по СП 50.13330.2012.

Обращаю внимание, что истинное годовое теплотребление дома на отопление (897739 кВт·ч), согласно п. 9 СП 50, в обоих случаях осталось неизменным — экономии энергии нет!

Это не является секретом для Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, так как НП «АВОК», «ЦНИИЭП Жилища», НИИ «Мосстрой» и ряд других организаций обращали внимание министерства и Научно-исследовательского института строительной физики (НИИСФ РААСН), являвшегося основным разработчиком СП 50.13330.2012 в новом составе исполнителей, что неправильно сравнивать требуемые показатели энергоэффективности МКД из табл. 9 СНиП 23-02 (в СП 50 это табл. 14), отнесённые к площади квартир, с рассчитанными по проекту, но отнесёнными к отапливаемому объёму всего здания (помимо прямых обращений, например, в «Строительной газете» № 40 от 7 октября 2011 года и № 50 от 16 декабря 2011 года).

Поэтому в действительности представленный Минстроем России (письмом от 24 июля 2020 года № 28857-ДВ/08) проект постановления Правительства РФ «Об утверждении правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов», упраздняющий действующие ППРФ от 25 января

2011 года № 18 (в редакции от 20 мая 2017 года), — это следствие намеренного решения министерства отказаться от реализации повышения энергетической эффективности строящихся и капитально ремонтируемых многоквартирных домов, прикрывшись ошибочным разделом 10 СП 50.13330.2012 «Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий», который был исключён из данного СП 50 как обязательный по ППРФ от 26 декабря 2014 года № 1521 (но ничего не было предложено взамен).

Практически из-за отсутствия методик расчёта не могло быть выполнено требование повышения энергетической эффективности не только многоквартирных домов, но и общественных зданий

Предложение методики определения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий

Ссылка в п. 6 Требований приказа Министра России от 17 ноября 2017 года № 1550/пр, выпущенного во исполнение ППРФ № 18 (спустя почти семь лет вместо указанных в постановлении трёх месяцев, что тоже свидетельствует о «желании» Министра России выполнять это постановление): «Удельный годовой расход энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию определяется актами, предусмотренными в пунктах 35 и 42 национальных стандартов и сводов правил... в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», утверждённого постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2014 года № 1521...», не соответствует действительности.

В п. 35 данного Перечня указывается СП 50.13330.2012 (СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»), по которому, как показано выше, нельзя определить удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию. А в п. 42 Перечня указывается СП 60.13330.2012 (СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»), в котором вообще нет определения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, несмотря на наши предложения его внести.

Практически из-за отсутствия этих методик расчёта не могло быть выполнено требование повышения энергетической эффективности не только общественных зданий, но и многоквартирных домов.





НП «АВОК» в 2016 году при рассмотрении внесения очередных изменений в СП 60.13330.2012 предложило включить в качестве Приложений к этому Своду Правил методику расчёта удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий различного назначения, основанной на положениях СНиП 23-02 (подтверждённых положительной 12-летней практикой его применения до замены на СП 50.13330.2012, в соответствии с решением ППРФ от 26 декабря 2014 года №1521), и методику настройки контроллера регулятора подачи теплоты в систему отопления здания, в зависимости от изменения наружной температуры и с учётом теплового баланса здания и запаса тепловой мощности системы отопления, позволяющую достигать наибольшую экономию тепловой энергии в системе отопления жилых и общественных зданий (от 15 до 40% и более) без дополнительных инвестиций. Но это предложение под влиянием НИИ Стройфизики было отклонено не только при разработке редакции свода Правил 60.13330 в 2016 году, но и в 2020-м.

В развитие разработанного в 2019 году Минэкономразвития России проекта Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон “Об энергосбе-

режении и о повышении энергетической эффективности” и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации и Градостроительный кодекс РФ в части установления класса энергетической эффективности общественных зданий» НП «АВОК» письмом от 23 июля 2019 года №И-354 направило в Минстрой и Минэкономразвития России свои предложения по изменению действующих нормативных правовых актов Правительства РФ и федеральных органов исполнительной власти, указанных в Перечне, приведённом в проекте этого закона, в части реализации повышения энергетической эффективности и установления класса энергоэффективности не только многоквартирных домов, но и общественных зданий.

Письмом от 23 июля 2019 года №И-354 НП «АВОК» направило в органы власти свои предложения в части реализации повышения энергоэффективности и установления класса энергоэффективности не только многоквартирных домов, но и общественных зданий, но ответа не последовало



Там же было высказано предложение принять в качестве основы проекта намечаемого приказа Минстроя «Об утверждении формы, содержания и порядка заполнения энергетического паспорта многоквартирного дома, общественного здания...» (п.3 Перечня) методическое пособие на базе стандарта СТО НОП 2.01-2014 «Требования к содержанию и расчёту показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания», разработанного НП «АВОК» по заданию Национального объединения проектировщиков (НОП, ныне НОПРИЗ) и прошедшего шестилетнюю апробацию.

В этом стандарте приводятся не только полный состав энергетического паспорта отдельного здания, подключённого к сетям централизованного тепло-, электро- и водоснабжения (в отличие от приказа Минэнерго России от 30 июня 2014 года №400, где рассматривается энергетический паспорт промплощадки, большинство показателей которого избыточно для энергопаспорта многоквартирного здания), но и методики расчёта всех составляющих теплового баланса здания, методики определения удельных расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию за нормативный отопительный период для всех регионов России, на горячее водоснабжение, а также электрической энергии в целом на здание и в том числе на общедомовые нужды для МКД, как в годовом исчислении, так и максимальные часовые (расчётные) значения. Но ни Минстрою, ни Минэкономразвития эти предложения были неинтересны. И никакого ответа в НП «АВОК» не последовало.

Исключение Минстроем России экспертизы энергоэффективности проекта здания также не способствует её повышению

В п. 2 Правил установления требований энергетической эффективности зданий, утверждённых ППРФ от 25 января 2011 года №18 и от 20 мая 2017 года №603 записано, что эти Правила: «...подлежат применению при проектировании, экспертизе, строительстве, вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации построенных, реконструированных или прошедших капитальный ремонт отапливаемых зданий...». Но в представленном Минстроем проекте постановления Правительства РФ, заменяющем процитированные ППРФ №18 и №603, странным образом из перечня обязательных лиц (организаций), участвующих в строительном процессе, исчезла организация, осуществляющая экспертизу проектной документации в части энергоэффективности проекта.



В результате получается, что экспертиза устранена от контроля за энергетической эффективностью строящихся и капитально ремонтируемых зданий, что фактически приводит к парадоксальной нелегитимности проектных показателей энергетической эффективности.

Задача экспертизы в данной области — проверить, соответствуют ли выбранные конструкции наружных ограждений требуемому приведённому сопротивлению теплопередаче, учтены ли все составляющие теплового баланса здания при определении удельного теплопотребления на отопление и вентиляцию, соответствуют ли заданным значениям исходные показатели, принятые в расчётах, соответствует ли запроектированное здание нормируемым требованиям энергетической эффективности и какой класс энергоэффективности можно присвоить проекту.

Утверждает класс энергетической эффективности построенного и капитально отремонтированного многоквартирного дома или общественного здания Госстройнадзор (согласно № 261-ФЗ), но эта организация расчёты не проводит и не проверяет их, а должна ориентироваться на результаты заключения экспертизы проектной документации и подтверждение застройщиком этих результатов с использованием инструментально-расчётных методов при вводе здания в эксплуатацию.

В своих подзаконных актах Минстрой России пошёл ещё дальше. В приказе Минстроя от 8 июня 2018 года № 341/пр «О внесении изменений в Требования к составу, содержанию и порядку оформления заключения государственной экспертизы проектной документации...» ни слова не говорится о требованиях к экспертизе оценивать энергоэффективность проекта вновь сооружаемого или капитально ремонтируемого здания.

В статье автора «Как добиться повышения энергоэффективности зданий при проектировании и соответствия фактического теплопотребления проектным показателям» [1] приводятся предлагаемые изменения в этот приказ.

В экспертизу следует представлять энергопаспорт каждого привязываемого по типовому проекту жилого дома, в том числе привязываемого по типовому проекту, ранее согласованного с экспертизой, а вместе с ним и раздел проекта «Отопление и вентиляция»

Также требуется внести изменения в ч. 3 ст. 49 № 261-ФЗ, где указано, что «экспертиза проектной документации не проводится в отношении документации объектов капитального строительства, получившей положительное заключение экспертизы, применяемой повторно», но для оценки энергетической эффективности это неправильно. Современные дома типовых серий являются типовыми только по принятой конструкции оболочки здания — они различны по этажности, количеству и типу секций (рядовая, торцевая, угловая) и набору квартир (две, три или четыре на этаже), поэтому удельные расходы тепловой энергии на отопление и вентиляцию для разных домов одной и той же типовой серии будут различны, и энергетические паспорта тоже будут разные. В экспертизу следует представлять энергопаспорт каждого привязываемого по типовому проекту жилого дома, в том числе привязываемого по типовому проекту, ранее согласованного с экспертизой, а вместе с ним и раздел проекта

«Отопление и вентиляция» с расчётной нагрузкой системы отопления здания.

Последнее важно для обеспечения расчётной экономии тепловой энергии от утепления здания при наличии запаса в поверхности нагрева отопительных приборов. Экспертиза проверяет правильность выбора требуемого температурного графика подачи теплоты на отопление в зависимости от установленного запаса поверхности нагрева отопительных приборов, а также соответствие проекту и изложенным выше требованиям автоматизированного теплового пункта.

Это же следует и из постановления Правительства РФ от 12 ноября 2016 года № 1159 «О критериях экономической эффективности проектной документации», в котором указывается:

«2. Установить, что проектная документация повторного использования, а также проектная документация, подготовленная в соответствии с частью 3 статьи 48.2 Градостроительного кодекса Российской Федерации, признаются экономически эффективной проектной документацией при условии их соответствия следующим критериям:

...б) объект капитального строительства, предусмотренный в проектной документации, имеет подтверждённый заключением государственной экспертизы класс энергетической эффективности не ниже класса С (нормальный по СНиП 23-02, теперь это класс D)».

Из приведённого следует, что в текст рассматриваемого проекта постановления следует внести указание, что до утверждения класса энергоэффективности государственным строительным надзором в проектной документации на новое строительство, повторного применения и на капремонт должен указываться ожидаемый класс энергоэффективности, и он должен быть подтверждён экспертизой.

О повышении энергетической эффективности существующих зданий при их капремонте

Следует заметить, что требование повышения энергетической эффективности существующих зданий при их капитальном ремонте, путём утепления зданий до базового значения приведённого сопротивления теплопередаче наружных ограждений и внедрения других энергосберегающих мероприятий, содержится только в п. 6.1 не действующего в настоящее время СНиП 23-02: «Повышение энергетической эффективности существующих зданий следует осуществлять при реконструкции, модернизации и капитальном ремонте этих зданий».

В СП 50.13330.2012, пришедшем ему на смену и актуализирующим его, это требование вообще исключено из текста, а в приказе Минстроя России от 17 ноября 2017 года №1550/пр «Требования энергетической эффективности зданий...» уже нигде не говорится о требовании повышения энергетической эффективности капитально ремонтируемых МКД (приведённом в ППРФ №18), а в п. 8 приказа, наоборот, подчёркивается, что «для реконструируемых или проходящих капитальный ремонт зданий (за исключением многоквартирных домов) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию уменьшается с 1 июля 2018 года на 20% по отношению к базовому значению». Следовательно, энергоэффективность при капитальном ремонте МКД, по мнению Минстроя России, должна оставаться на уровне прошлого века!

НП «АВОК», обладая банком данных показателей удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию основных типовых серий МКД, построенных и эксплуатируемых в Москве, имело возможность оценить фактическую энергетическую эффективность жилищного фонда Москвы, сложившуюся к концу 2019 года (расчёты обоснования приводятся в статье «Какова фактическая энергоэффективность жилищного фонда города Москвы и тенденции её повышения к 2030 году» [2]).

Предусмотрены два сценария повышения энергетической эффективности жилищного фонда к 2030 году:

□ **инерционный** — реализующий действующий приказ Минстроя №1550/пр, который предусматривает для МКД в новом строительстве до 2030 года оставаться на базовом уровне энергоэффективности, а капитальный ремонт МКД выполнять без их утепления;



□ **энергоэффективный** — согласно ППРФ №603, плюс отражающий позицию НП «АВОК» по совершенствованию действующей нормативно-правовой и технической базы для реализации повышения энергоэффективности строящихся и капитально ремонтируемых зданий в России (изложено в статье «Предложения по изменению нормативных актов для реализации повышения энергоэффективности в 2020 году и правил её оценки по результатам измерения расхода тепловой энергии на отопление МКД» [3]).

Для сохранения преемственности оставим конечные дату и величину повышения энергоэффективности новых зданий упраздняемого ППРФ №603 — с 1 января 2028 года не менее чем на 50% по отношению к базовому уровню, которым является 2003 год утверждения СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (после этого в федеральных нормативных документах по строительству задачи повышения энергоэффективности не ставилось).

Отсюда следует начать снижение показателей энергопотребления этих зданий по отношению к базовому уровню с 1 января 2021 года сразу на 25%. Тогда следующее снижение, как и предполагалось по ППРФ №603, будет с 1 января 2023 года всего на величину 40%, а с 1 января 2028 года — ещё на 10%, что вместе составляет итоговые 50%.

Требования эти не являются избыточными — такое снижение энергопотребления на отопление и вентиляцию, ГВС и электроснабжение на общедомовые нужды при проектировании нового строительства, реконструкции и капитальном ремонте жилых, социальных и общественно-деловых зданий было установлено для московской строительной отрасли постановлением Правительства Москвы от 5 октября 2010 года №900-ППМ.

Постановлением Правительства Москвы от 3 октября 2011 года №460-ППМ оно было подтверждено: «в результате модернизации производственной базы индустриального домостроения достигнуто производство трёхслойных панелей наружных стен и окон с повышенными тепло-техническими показателями — приведённым сопротивлением теплопередаче наружных стен более $3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, а оконных и балконных дверных блоков из ПВХ-профилей с двухкамерными стеклопакетами — более $0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов не превышает $71 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ в год» при ГСОП = 4943 градусо-суток [базовое значение этого показателя по МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению» равно $95 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$, следовательно, снижение теплопотребления составило те же $(71 - 95) \times 100/95 = -25\%$].



Энергоэффективный сценарий предусматривает соответствующее повышение энергоэффективности существующего жилищного фонда. Комплексный капитальный ремонт выполняется с утеплением до базового уровня теплозащиты с 2021 по 2023 годы и на 40% выше базового уровня с 2023 по 2030 годы включительно (при утеплении существующего здания стоимость работ с отделкой поверхностного слоя намного превышает дополнительное увеличение стоимости изолирующего материала, поэтому экономически оправдано сразу переходить на большую толщину утеплителя).

В итоге установлено: чтобы достигнуть в Москве к 2030 году требуемое по Ком-

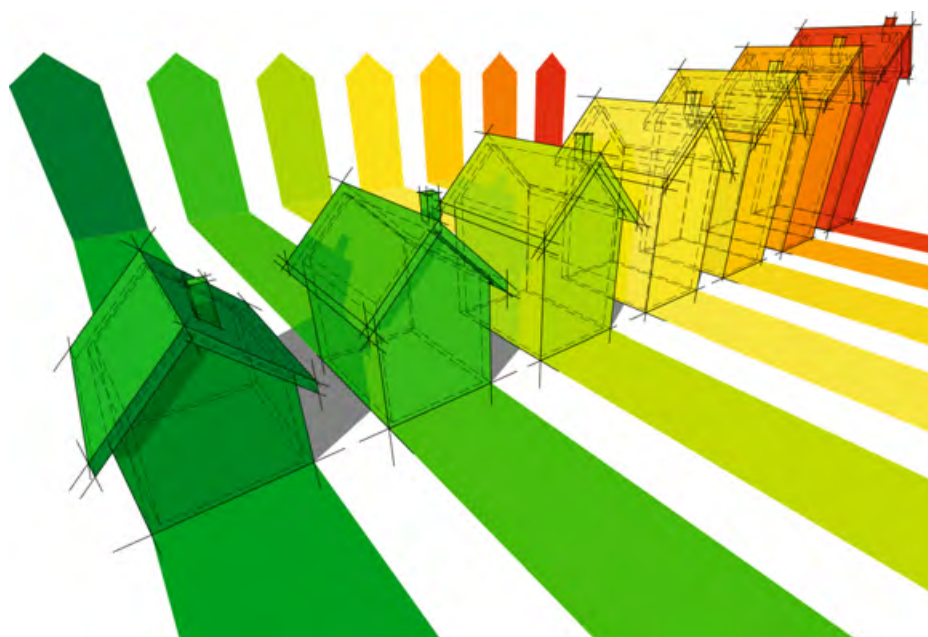
Комплексный капитальный ремонт многоквартирных домов выполняется с утеплением до базового уровня теплозащиты с 2021 по 2023 годы и на 40% выше базового уровня с 2023 по 2030 годы включительно

эффективному сценарию и с учётом планового вывода по ветхости или по иной причине части жилищного фонда, составит за предстоящее десятилетие 38% вместо 16% по первому инерционному сценарию — почти в 2,5 раза выше! Это подтверждает энергоэффективность второго сценария и целесообразность оце-

нивать плановую энергоэффективность комплексного капитального ремонта по площади квартир МКД, подлежащих этому ремонту. Аналогичный вывод, вероятно, можно перенести на всю Россию.

Наиболее эффективное и менее затратное направление повышения энергоэффективности зданий — их утепление и авторегулирование отопления

Минстрой России до настоящего времени при повышении энергоэффективности не выдвигает требования обязательного увеличения сопротивления теплопередаче наружных ограждений, без которого, как показывает практика нормирования в странах Европейского союза, невозможно сократить расход тепловой энергии на отопление зданий. При подготовке приказа Минстроя России от 17 ноября 2017 года №1550/пр в его первой редакции была представлена таблица с конкретными значениями повышения сопротивления теплопередаче наружных ограждений с 2018 года согласно постановлению Правительства РФ от 20 мая 2017 года №603, но при утверждении приказа эта таблица была исключена. Хотя в статьях Г.П. Васильева [4], А.С. Горшкова [5], И.А. Башмакова и А.Д. Мышак [6, 7], Ю.А. Табунщикова и И.Н. Ковалёва [8] доказано, что «экономически оптимально для всех регионов увеличить толщину имеющихся утеплителей в стенах примерно в полтора раза. Соответствующие инвестиции окупаются в интервале 6–8 лет при стабильном индексе доходности в диапазоне 0,5–0,7» (цитата напрямую из статьи [8]).



плексному плану [утверждённому Распоряжением Правительства РФ от 19 апреля 2018 года №703-р, пункт II.6: «Динамика потребления тепловой энергии на отопление многоквартирных домов (без учёта нового строительства) должна обеспечить снижение теплопотребления в 2030 году на 25% по отношению к фактическому значению базового 2016 года»] снижение теплопотребления жилищного фонда на отопление за счёт выполнения капитального ремонта с утеплением по энергоэффективному сценарию должно происходить ежегодно в МКД площадью 2,5% от площади жилищного фонда к 2020 году, что близко к объёмам нового строительства. Кстати, при таком сценарии получается, что комплексному капитальному ремонту будут подвергнуты почти все МКД, построенные до 1980 года.

Общее снижение теплопотребления жилищного фонда в 2030 году, с учётом и нового строительства также по энерго-

Требуемые значения приведённого сопротивления теплопередаче ограждений* табл. 1

Страна	ГСОП, °С·сут.	Год введения норм	Коэффициент сопротивления теплопередаче наружных ограждений, м ² ·°С/Вт				
			стены	окна	покрытие	перекрытие	
Финляндия* ¹	4230	2010	5,88	1,00	11,1	5,88	
Норвегия* ¹	3750	2007	5,56	0,83	7,69	6,67	
Швеция* ¹	3445	2008	5,56	0,76	7,69	6,67	
Дания* ¹	2820	2010	6,67	0,70	10,0	10,0	
Германия	2600	2009	3,57	0,77	5,00	2,86	
Нидерланды	2100	2011	3,45	0,45	3,45	3,45	
Великобритания* ¹	2080	2010	5,55	0,67	6,67	4,76	
Франция	1800	2005	2,78	0,56	5,0	3,7	
Беларусь	4000	2009	3,2	1,00	6,0	2,5	
Россия* ²	Москва	4550	2000	3,0	0,49	4,48	3,95
	Новосибирск	6210	2000	3,57	0,61	5,31	4,69
	Якутск	10310	2000	5,0	0,76	7,36	6,54

* Таблица заимствована из [9] с добавлениями автора настоящей статьи колонки с ГСОП и показателей по Белоруссии и России.

*¹ Для стран Северной Европы и Великобритании приводится сопротивление теплопередаче по гласи, что на 20–35% выше, чем приведённое сопротивление теплопередаче с учётом мостиков холода.

*² В действительности в России с 1 июля 2015 года, когда утверждена обязательность применения СП 50.13330, нормируемое значение приведённого сопротивления теплопередаче стен снижено на 37%, светопрозрачных конструкций — на 5%, а остальных наружных ограждений — на 20%, потому что, как показано в начале статьи, из-за ошибок в пересчёте удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий в удельную тепловую характеристику этого расхода, по этому СП настолько снижается эта характеристика против базовой величины, что согласно п. 5.2 допускается такое уменьшение нормируемых значений.

При этом ограждения по сопротивлению теплопередаче будут всё ещё ниже европейских с учётом суровости российской зимы. Для примера приводим таблицу нормативных требований в странах Европейского союза, Беларуси и Российской Федерации (табл. 1).

В отношении требований к отдельным элементам, конструкциям зданий, строений, сооружений и к их свойствам для возможности реального повышения

Минстрой России до настоящего времени не выдвигает требований при повышении энергоэффективности обязательно увеличения сопротивления теплопередаче наружных ограждений, без которого, как показывает практика нормирования в странах ЕС, невозможно сократить расход тепловой энергии на отопление зданий

энергетической эффективности зданий в рассматриваемом постановлении должна быть представлена табл. 2 конкретных значений базовых и нормируемых с 1 января 2021 и 2023 годов приведённого сопротивления теплопередаче наружных ограждений жилых и общественных зданий в зависимости от изменения градусо-суток отопительного периода региона строительства.

Требования к выбору оптимального графика авторегулирования подачи теплоты в систему отопления, задаваемого контроллеру, и обоснование его энергоэффективности на примере реально эксплуатируемых 12-этажных МКД после комплексного капитального ремонта приведено в статье [10].

Окончание статьи в следующем номере. Будет восстановлена динамика повышения требований к энергетической эффективности зданий и предложены таблицы, заменяющие устаревшие в приказе Минстроя России № 399/пр и добавленные для оценки класса энергетической эффективности общественных зданий и многоквартирных домов. Они должны быть включены в Приложение рассматриваемого проекта постановления Правительства РФ и заменить аналогичные в Методическом пособии на базе стандарта СТО НОП 2.01–2014. ●

● Базовые и нормируемые значения приведённого сопротивления теплопередаче* табл. 2

Здания и помещения	ГСОП, °С·сут.	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{норм}$, м ² ·°С/Вт				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами, эркерами	перекрытий чердачных, над техподпольями	свето-прозрачных конструкций, окна, витражи	фонарей
Базовые значения						
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,30
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,60	0,40
	8000	4,2	6,2	5,5	0,70	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,50
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000	1,8	2,4	2,0	0,30	0,30
	4000	2,4	3,2	2,7	0,40	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,50	0,40
	8000	3,6	4,8	4,1	0,60	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,70	0,50
Нормируемые с 1 января 2021 года						
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000	2,6	4,0	3,5	0,45	0,35
	4000	3,5	5,2	4,6	0,55	0,45
	6000	4,4	6,5	5,7	0,75	0,50
	8000	5,2	7,7	6,9	0,85	0,55
	10000	6,1	9,0	8,0	0,95	0,65
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые, а также оздоровительные	2000	2,3	3,0	2,5	0,40	0,35
	4000	3,0	4,0	3,3	0,5	0,45
	6000	3,8	5,0	4,3	0,6	0,50
	8000	4,5	6,0	5,1	0,7	0,55
	10000	5,3	7,0	6,0	0,8	0,65
Нормируемые с 1 января 2023 года						
1. Жилые здания, гостиницы, общежития, поликлиники, лечебные учреждения, школы, дома-интернаты, детские дошкольные учреждения, хосписы	2000	2,9	4,5	3,9	0,5	0,40
	4000	3,9	5,9	5,2	0,6	0,50
	6000	4,9	7,3	6,4	0,8	0,55
	8000	5,9	8,7	7,7	0,9	0,60
	10000	6,9	10,0	9,0	1,0	0,70
2. Общественные, кроме перечисленных выше, административного назначения (офисы), сервисного обслуживания, культурно-досуговые и оздоровительные	2000	2,5	3,4	2,8	0,45	0,40
	4000	3,4	4,5	3,8	0,55	0,50
	6000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,55
	8000	5,0	6,7	5,7	0,8	0,60
	10000	5,9	7,8	6,7	0,9	0,70
12000	6,7	9,0	7,7	1,0	0,75	

* Наружных ограждений зданий в зависимости от изменения градусо-суток отопительного периода региона строительства. Предлагаются к введению в действие с 1 января 2021 и 2023 годов. Примечание: промежуточные значения определять методом линейной интерполяции по градусо-суткам отопительного периода района строительства.

1. Ливчак В.И. Как добиться повышения энергоэффективности зданий при проектировании и соответствии фактического теплопотребления проектными показателям // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2019. №4. С. 22–30.
2. Ливчак В.И. Какова фактическая энергоэффективность жилищного фонда города Москвы и тенденции её повышения к 2030 году // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2020. №1. С. 46–59.
3. Ливчак В.И. Предложения по изменению нормативных актов для реализации повышения энергоэффективности в 2020 году и правил её оценки по результатам измерения расхода тепловой энергии на отопление МКД // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2020. №2.
4. Васильев Г.П. Эффективная теплозащита — дань моде или экономическая необходимость? // Энергосбережение, 2011. №6. С. 14–23.
5. Горшков А.С. Окупаемость инвестиций на утепление фасадов существующих зданий // Энергосбережение, 2014. №4. С. 12–19.
6. Башмаков И.А., Мышак А.Д. Оптимизация энергоэффективности зданий на основе оценки стоимости жизненного цикла // Энергосвет, 2015. №3. С. 55–62.
7. Башмаков И.А., Мышак А.Д. Оптимизация энергоэффективности зданий на основе оценки стоимости жизненного цикла. Часть 3 // Энергосвет, 2015. №5. С. 49–52.
8. Ковалёв И.Н., Табунчиков Ю.А. Особенности оптимизации толщины утеплителя наружных стен зданий. Системные аспекты // Энергосбережение, 2017. №8. С. 22–31.
9. Сеппанен О. Требования к энергоэффективности зданий в странах ЕС // Энергосбережение, 2010. №7. С. 42–53.
10. Ливчак В.И. Выбор приоритета в авторегулировании теплоотдачи систем отопления жилых зданий // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2016. №1. С. 38–47.

План ГОЭЛРО как результат 150-летнего раз- вития российской энергетической школы

В 2020 году исполняется 100 лет со дня создания Государственной комиссии по электрификации России и разработке плана электрификации советской державы — ГОЭЛРО. Под руководством В.И. Ленина и при техническом лидерстве будущего академика СССР Г.М. Кржижановского в течение нескольких месяцев коллектив учёных и инженеров создал документ, на столетие вперёд определивший развитие нашей страны.

Автор: В.А. БУТУЗОВ, д.т.н.



ПЛАН ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ВСЕЙ СТРАНЫ!

В 1920 году после многолетних разрушительных мировой и гражданской войн российская энергетика имела установленную мощность районных электростанций всего 250 МВт, а производство электроэнергии упало до 500 млн кВт·ч. Основное энергетическое оборудование было импортным, а инженерно-технический персонал в основном состоял из иностранцев. В этих условиях несомненный интерес представляют личности и профессиональный опыт разработчиков ГОЭЛРО, научный прогноз которых позволил Советской России за десять лет не только восстановить энергетику, но и обеспечить развитие страны на годы вперёд. Уже в 1930 году установленная мощность электростанций СССР составляла 1400 МВт (рост почти в шесть раз), а выработка электроэнергии — 8400 млн кВт·ч (рост почти в семь раз).

Старт разработке плана ГОЭЛРО был дан В.И. Лениным в феврале 1920 года. На первом этапе коллектив разработчиков состоял из 18 человек, в том числе таких учёных-электротехников мирового уровня, как профессор М.А. Шателен, несколько лет руководивший Электротехническим отделом Русского технического об-

щества (РТО); профессора Императорского Московского технического училища Б.И. Угримов и К.А. Крут; автор нескольких проектов гидроэлектростанций, построенных в России и в Европе, профессор Г.О. Графтио.

Руководил разработкой плана ГОЭЛРО Глеб Максимилианович Кржижановский, выпускник Петербургского технологического университета (с отличием), коммерческий директор строительства Богородской торфяной электростанции в Подмоскowie, активный функционер РСДРП-ВКП(б) и личный друг В.И. Ленина [1].

«Наиболее полное и совершенное использование имеющихся в распоряжении страны средств производства и рабочей силы для удовлетворения насущных нужд населения — такова основная задача, имевшаяся в виду при разработке плана электрификации России...» Из введения в «План электрификации РСФСР» (план ГОЭЛРО). Издание 1-е. 1920 год



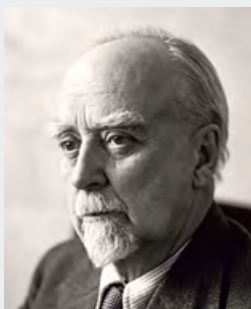
Строительство первой очереди Днепровской гидроэлектростанции (ДнепроГЭС им. В.И. Ленина), плановый пуск которой, в полном соответствии с планом ГОЭЛРО, состоялся в 1932 году

Уже через три месяца коллектив разработчиков ГОЭЛРО увеличился до 256 человек. О результатах работы Кржижановский ежедневно докладывал В.И. Ленину по телефону и два раза в неделю лично. К концу 1920 года на экспертизу профессионального сообщества — VIII Всероссийскому электротехническому съезду РТО (1921 год) был представлен 600-страничный план ГОЭЛРО, состоявший из шести глав (план государственного хозяйства, топливоснабжение, водная энергия, сельское хозяйство, транспорт, промышленность), а также восемь томов многостраничных записок по электрификации отдельных регионов России. По существу это был план восстановления и развития экономики всей страны.

Стоимость энергетического строительства в общих затратах не превышало 25%, а основные вложения (до 40%) предусматривались в развитие государственной



❖ «В.И. Ленин у карты ГОЭЛРО. VIII Всероссийский съезд Советов. Декабрь 1920 года». Картина члена Союза художников СССР, заслуженного художника УССР Л.А. Шматько (холст 264×400 см), 1957 год. Представляет план ГОЭЛРО на VIII Всероссийском съезде Советов, проходившем в помещении Исторической сцены Большого театра, Ленин действительно выступал на фоне огромной электрифицированной светящейся карты. На карте были отмечены 30 новых электростанций, которые предстояло построить за 15 лет, — это был прообраз будущей энергетической системы СССР



❖ Г.М. Кржижановский



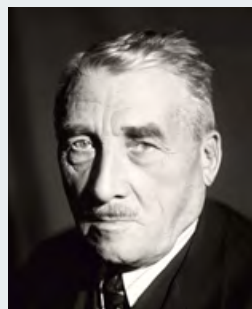
❖ М.А. Шателен



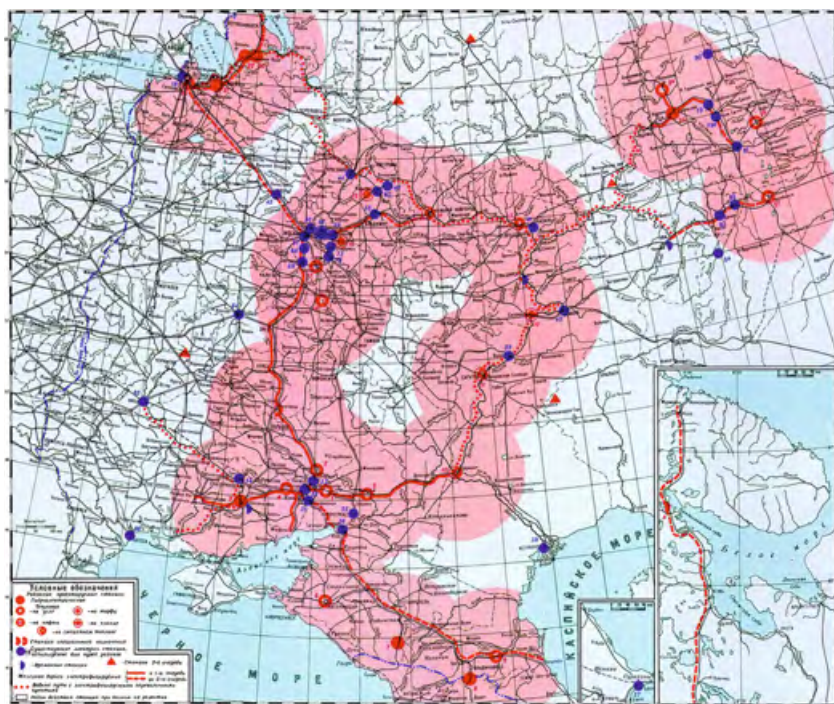
❖ Б.И. Угримов



❖ К.А. Круг



❖ Г.О. Графтио



❖ Схематическая карта электрификации России (современная копия карты из плана ГОЭЛРО). Синие кружки — существующие электростанции, красные — планируемые к постройке

инфраструктуры, в первую очередь транспорта. После бурного обсуждения на очередном партийном съезде 22 декабря 1920 года план ГОЭЛРО был окончательно утверждён постановлением Совета народных комиссаров РСФСР в 1921 году.

У авторов плана ГОЭЛРО был более 150-летний отечественный опыт развития энергетических идей, реализованные достижения российских инженеров и адаптированный зарубежный опыт.

Экономическое развитие Российской империи в начале XX века сопровождалось строительством новых электростанций и ростом выработки электрической энергии. За восемь лет (1905–1913 годы) общее число электростанций увеличилось в 1,7 раз, а количество выработанной ими электроэнергии возросло в 3,8 раза. За период с 1913 по 1916 годы эта выработка увеличилась ещё в два раза и составила за 1916 год 4730 млн кВт·ч. Перед Октябрьской революцией 1917 года Россия по производству электрической энергии входила в первую пятёрку индустриально развитых стран мира.

Формирование российской энергетической научно-технической школы было начато в XVIII веке Михаилом Васильевичем Ломоносовым (1711–1765), который в 1744 году в работе «Размышление о причине теплоты и холода» заложил основы отечественной теплоэнергетики, а его опыты с атмосферным электричеством положили начало отечественной электротехники.

В 1763 году Иваном Ивановичем Ползуновым (1728–1766) на Алтае был создан первый в мире двухцилиндровый паровой двигатель мощностью 1,3 кВт. Его опыт в те годы не получил продолжения. Для отопления зданий тогда в основном применялись печи. В 1799 году теоретиком русской архитектуры академиком Николаем Александровичем Львовым (1751–1803) была издана книга «Русская пиростатика или употребление испытанных уже воздушных печей и каминов» [2].

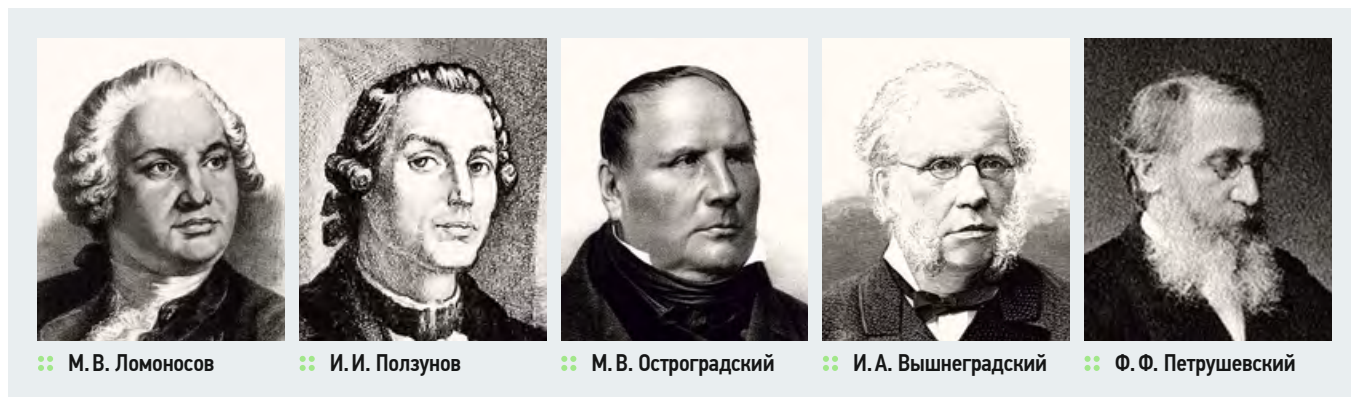


•• Серебряная медаль от Императорского Русского технического общества 1910 года

теплообмена в жидкости. Разносторонней личностью был и академик Иван Алексеевич Вышнеградский (1831–1895) — директор Петербургского технологического института, профессор Михайловской артиллерийской академии, автор многих артиллерийских изобретений, министр финансов Российской империи.

редактор Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона по точным и естественным наукам.

Важнейшим этапом в формировании российской энергетической элиты было создание в 1878 году при Императорском Русском техническом обществе (РТО) Электротехнического отдела [3].



•• М. В. Ломоносов

•• И. И. Ползунов

•• М. В. Остроградский

•• И. А. Вышнеградский

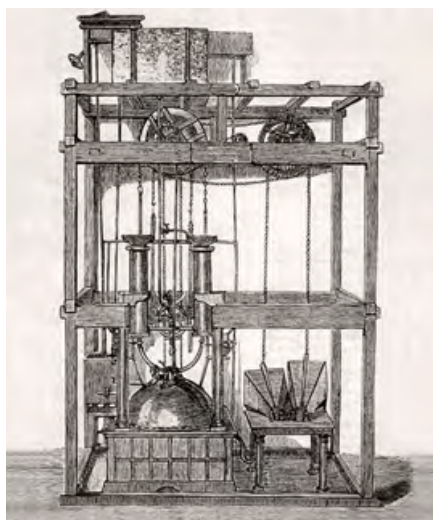
•• Ф. Ф. Петрушевский

Результаты работы Петербургского горного института, в том числе по строительству Храма Христа Спасителя в Москве, в 1867 году были отражены в книге профессора Ивана Ивановича Свиязева (1797–1875) «Теоретические основания печного искусства», переизданной в том числе и во Франции.

С 1875 года на протяжении 25 лет в России лидировала отопительная научно-техническая школа петербургского Института гражданских инженеров под руководством профессора Сильвеуса Болеславовича Лукашевича (1850–1912), который в 1885 году организовал Товарищество по отоплению и вентиляции. Последнее обустроило своими приборами за 20 лет более 200 крупных зданий.

Дальнейшее развитие российской энергетики в XIX веке было связано с работами выдающихся теоретиков-физиков и математиков. Академик Михаил Васильевич Остроградский (1801–1861) в Михайловской артиллерийской академии в Петербурге создал математическую школу мирового уровня. Он первым в мире предложил дифференциальные уравнения

И.А. Вышнеградский в том числе разработал теорию автоматического регулирования котлов и двигателей. Исследованием электромагнетизма в Петербургском университете в те годы занимался профессор Фёдор Фомич Петрушевский (1828–1904). С 1891 года он — главный



•• Двухцилиндровая паровая машина горного механика Ивана Ползунова 1763 года обеспечила непрерывный наддув плавильных печей

Из всех российских научно-технических обществ (НТО) Русское техническое общество, организованное в 1866 году [4], в области энергетики было самым большим. Общенациональное, с участием государства, с числом членов около 1000 человек, оно имело филиалы во всех губерниях. В его состав были включены руководители многих ведомств. На его содержание выделялись государственные субсидии (около 30%) и личные взносы императорской семьи (около 10%). РТО вело большую просветительскую работу. В Петербурге оно имело 63 школы с 6880 учениками, в Москве — 44 класса технического рисования и черчения. Его библиотека была самой большой и представительной в России. Электротехнический отдел РТО стал центром формирования российской энергетической школы с разработкой своей идеологии (издание журнала), популяризацией достижений (выставки), общественным влиянием (все-русские съезды). Из числа инициаторов его создания выделялись профессора В.Н. Чиколев, Д.А. Лачинов, инженеры А.Н. Лодыгин и П.Н. Яблочков.



Императорское Московское техническое училище — одна из главных кузниц интеллектуального потенциала Российской империи, который был задействован при создании плана ГОЭРЛО

В следующем, 1881 году Электротехнический отдел организовал участие России в Парижской международной электротехнической выставке и в работе конгресса.

Общественная научно-техническая жизнь Российской империи отличалась небывалой активностью и высоким профессиональным уровнем. По данным д.т.н. Н.Г. Филиппова [5], в стране было около 47 научно-технических организаций. Русское физико-химическое общество в эти годы объединяло в основном учёных Петербурга и Москвы. Успешно работали электротехнические общества в Петербурге и Москве, Киеве, Московское политехническое общество, Общество надзора



В. Н. Чиколев



Д. А. Лачинов



П. Н. Яблочков



А. Н. Лодыгин



М. О. Доливо-Добровольский

Владимир Николаевич Чиколев (1845–1898) — выпускник Московского университета, профессор Императорского Московского технического училища (ИМТУ). В 1876 году он переехал в Петербург и работал в Главном артиллерийском управлении. В центре его научных интересов была в основном светотехника. Он впервые обосновал применение прожекторов в военном деле, проектировал освещение пороховых заводов и Литейного моста в Петербурге. Также он был первым редактором журнала «Электричество», издаваемого Электрическим отделом РТО с 1880 года. Из числа основателей этого отдела своей образованностью выделялся Дмитрий Александрович Лачинов (1842–1902), выпускник Петербургского, Тюбингенского, Гейдельбергского университетов.

Два инженера-светотехника-практика Александр Николаевич Лодыгин и Павел Николаевич Яблочков по образованию были военными инженерами. А.Н. Лодыгин (1827–1923) в 1876 году изобрёл лампу накаливания, а П.Н. Яблочков — дуговую лампу (в 1875-м).

Первое организационное собрание Электротехнического отдела РТО состоялось 31 января 1880 года. В его работе участвовало 56 человек. Председателем отдела был избран генерал от инфантерии, один из руководителей Главного штаба Россий-

ской империи Филадельф Кириллович Величко, в центре научных интересов которого были метрология и электротехника. Уже через несколько месяцев после организации в 1880 году отдел успешно провёл первую в России электротехническую выставку, которую за месяц посетило 6187 человек. Там были представлены действующие локомобили, генераторы, осветительные свечи Яблочкова.

На вырученные от проведения выставки деньги в июле 1880 года Отделом был издан первый номер журнала «Электричество», издаваемый до настоящего времени. Принципиально важно было его издание только из средств подписчиков и выставок, что исключало влияние владельцев иностранных частных электротехнических фирм, господствовавших на российском рынке.

Правительство Российской империи заказывало Электротехническому отделу РТО разработку нормативных документов по устройству и эксплуатации энергоустановок, учёту электрической энергии, направляло на экспертизу проекты развития инфраструктуры и промышленности

за котлами, Кружок технологов Московского региона (1254 человек в четырёх центральных губерниях) и т.д.

Российские научно-технические общества (НТО) оказывали на развитие страны существенно большее влияние, чем академическая наука [6]. Правительство заказывало Электротехническому отделу РТО разработку нормативных документов по устройству и эксплуатации энергоустановок, учёту электрической энергии, направляло на экспертизу проекты развития инфраструктуры и промышленности. РТО в инициативном порядке разрабатывало проекты электрификации железных дорог, сооружения метрополитенов. Оно имело тесные связи с иностранными научными обществами и ассоциациями, организовывало взаимные посещения съездов и выставок.

Но не все русские энергетики смогли самореализоваться в России. Создатель оригинальных трёхфазных электротехнических устройств Михаил Осипович Доливо-Добровольский (1862–1919), после окончания Рижского политехнического института и Дармштадской высшей технической школы (Германия), все свои изобретения сделал и реализовал в Германии, пройдя путь от конструктора до директора известной электротехнической фирмы Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG).

В 1888 году М.О. Доливо-Добровольским на Франкфуртской выставке был представлен трёхфазный генератор мощностью 2,2 кВт, трансформатор, пусковые реостаты, измерительные приборы, а в 1891 году там же — первая в мире трёхфазная линия передачи переменного тока протяжённостью 170 км.

Начало XX века в России было связано с реализацией таких масштабных общенациональных проектов, как строительство железнодорожной сети, развитие промышленности и энергетики. В этот период дальнейшее развитие получило и техническое образование. Система высшего образования Российской империи того времени объединяла 124 учебных

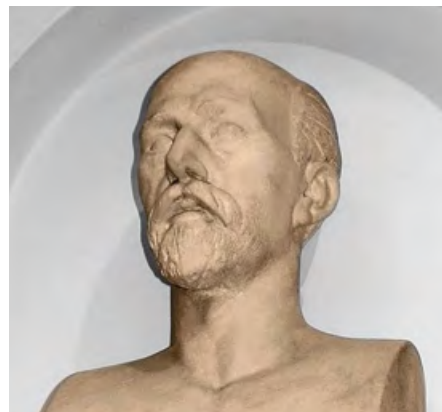


Фото: Валерий Колпаев, valerij-kolpaev@yandex.ru

•• Экспонаты Немецкого музея достижений естественных наук и техники (Deutsches Museum) в Мюнхене (Германия): первый в мире трёхфазный двигатель переменного тока (1889 год) и бюст его создателя — электротехника и предпринимателя М. О. Доливо-Добровольского



•• Санкт-Петербургский практический технологический институт Императора Николая I (1828–1917)

заведения, в том числе около половины коммерческих с общим числом студентов 120 тыс. человек и 4500 преподавателей и профессоров. Научные знания и инженерное образование приобретались в 11 университетах и в 19 институтах империи [7]. В 1914 году в России в университетах, высших технических, военно-инженерных и коммерческих институтах обучалось на европейском уровне 40–45 тыс. специалистов. Для сравнения, в Германии, самой научно-технически передовой стране мира той эпохи, в аналогичных учебных заведениях обучалось 25 тыс. специалистов.

Из 11 российских университетов наибольший вклад в развитие энергетики внесли выпускники и профессора Петербургского, Московского, Харьковского, Новороссийского в Одессе, Университета Святого Владимира в Киеве. Энергетическое образование и научные исследования обеспечивали высшие инженерные учебные заведения страны: технологические институты в Санкт-Петербурге, Харькове, Томске, политехнические инсти-

туты в Риге, Киеве, Варшаве (в 1917 году переведён в Нижний Новгород), Петербургский имени Петра Великого, Донской в Новочеркасске; институты инженеров путей сообщения в Петербурге и в Москве; горные институты в Санкт-Петербурге и в Екатеринбурге; институты гражданских инженеров в Петербурге

и в Москве; а также Электротехнический институт, Михайловская артиллерийская академия и Николаевская инженерная академия в Петербурге.

Характерен состав инженеров, участвовавших в Первом Всероссийском электротехническом съезде 1900 года [3], по учебным заведениям: технологический институт (36%), военные инженеры (26%), электротехнический институт (20%), инженеры-механики институтов гражданских инженеров, горного института (10%), института путей сообщения (10%).

Технологический институт в Петербурге с отличием окончил в 1894 году главный энергетик СССР — академик Г.М. Кржижановский, а также руководитель строительства нескольких российских электростанций Роберт Эдуардович Классон (1868–1926). В 1862–1865 годах преподавал, а в 1875–1878 годах был директором Петербургского технологического института почётный академик-инженер, генерал-лейтенант Николай Павлович Петров (1836–1920). В Русском техническом обществе он был председателем с 1896 по 1905 годы.



•• Дворец князя Н. Б. Юсупова (архитектор Джакомо Кваренги) на Садовой улице на набережной реки Фонтанки — первое здание Института Корпуса инженеров путей сообщения (с 1810 года)



Здание Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ)

Политехнический институт в Петербурге окончили, а затем преподавали в нём будущий главный академик-теплоэнергетик СССР Михаил Викторович Кирпичёв (1879–1955), а также основатель российской фотоэнергетики Абрам Фёдорович Иоффе (1880–1960); более 50 лет в легендарном «Политехе» преподавал великий русский электротехник-теоретик Михаил Андреевич Шателен (1866–1957). Этот же институт в 1901 году окончил Александр Васильевич Винтер (1878–1955), будущий строитель Днепровской гидроэлектростанции (ДнепроГЭСа).

Петербургский институт инженеров путей сообщения окончил профессор Генрих Осипович Графтио (1869–1949) — главный гидроэнергетик дореволюционной России. Также окончил «Политех» и 14 лет преподавал там специалист по проектированию городов Григорий Дмитриевич Дубилер (1874–1942). Электротехнический институт в 1898 году окончил инициатор развития теплофикации в России, строитель первого мусоросжигательного завода в Петербурге Владимир Владимирович Дмитриев (1873–1946). В этом институте первым в России профессором по электротехнике в 1897–1908 годах был М.А. Шателен.

Уникален вклад в развитие энергетической науки и воспитание русских энергетиков и Императорского Московского технического училища (ИМТУ). При высочайшем уровне преподавания (например, теоретическую механику читал профессор Н.Е. Жуковский), студенты этого института обучались и основам ремёсел.

Основателем московской электротехнической школы в 1905 году был Карл Адольфович Круг (1873–1952), который в 1898 году окончил ИМТУ, затем стажировался в Дармштадской, Берлинской Шарлоттенбургской высших технических

топлива, топок и котельных агрегатов. Выпускник ИМТУ Владимир Григорьевич Шухов (1853–1939) в 1880 году изобрёл паровую форсунку, а в 1896-м — самый популярный российский паровой котёл (произведено 4000 штук).

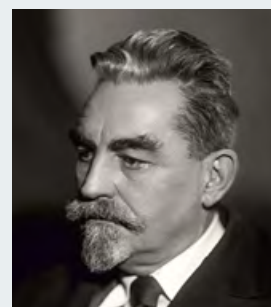
Русские энергетикам получали образование в ведущих европейских вузах той эпохи: Парижский Университет Сорбонна (профессор М.В. Остроградский), Электротехническая высшая школа при Университете Сорбонны в Париже (профессор М.А. Шателен, инженер П.Г. Смидович). Высшая техническая школа в Карлсруэ в Германии (профессор Б.И. Угримов). Техническое училище Дармштадта и Шарлоттенбургское высшее техническое училище Берлина (профессор К.Л. Круг).



М. В. Кирпичёв



А. Ф. Иоффе

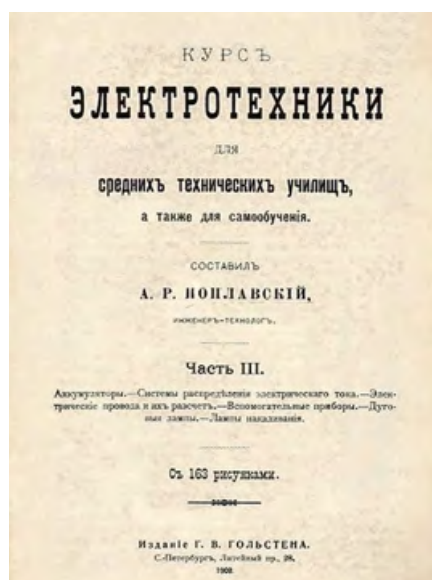


А. В. Винтер

школах. Третьим учёным-электротехником ИМТУ мирового уровня был профессор Борис Иванович Угримов (1872–1941), который после МГУ в 1897 году окончил также ИМТУ, а затем высшие технические училища в Карлсруэ и в Берлине. Теоретик создания прямоточных энергетических котлов Леонид Константинович Рамзин (1887–1943) окончил ИМТУ и с 1914 года руководил кафедрами

Важнейшим этапом в формировании энергетической элиты России было проведение в 1900 году Первого Всероссийского электротехнического съезда в Петербурге. В нём приняли участие 563 человека, из них с инженерным образованием — 260 человек [3]. Из состава участников около 40% были служащие иностранных электротехнических фирм, контролирующих российский рынок. На съезде было сделано 80 докладов. В последующем такие съезды проводились каждые два года (до 1913 года). Их отличительной чертой было избрание постоянных комитетов, секретариатов для работы по проблемам, отмеченным на съездах.

Императорская Санкт-Петербургская академия наук системно развитием энергетика начала заниматься только с 1915 года, когда была создана Комиссия по изучению естественных производительных сил страны (КЕПС) под председательством выдающегося учёного-естествоиспытателя, мыслителя и общественного деятеля академика В.И. Вернадского. В 1917 году в составе КЕПС было 139 человек. В следующем, 1918 году в составе КЕПС было уже 20 отделов, из каждого из которых затем были организованы научно-исследовательские институты.



Материалы Энергетического отдела Комиссии, созданного в 1916 году, были использованы при разработке Плана электрификации России, а в 1930 году на его основе был организован Энергетический институт АН СССР. С 1919 года КЕПС издавал сборник «Естественные производительные силы России», в том числе том I «Ветер как двигательная сила» (1919) и том II «Белый уголь» (1921–1923), посвящённый гидроэнергетике.

В начале XX века следует отметить социализацию энергетической элиты. При учёбе в Технологическом институте революционной работой активно занимались Г.М. Кржижановский и Р.Э. Классон, социал-демократических воззрений придерживался студент А.В. Винтер из Харьковского политеха; будущего наркома торговли СССР Л.Б. Красина отчислили за революционную деятельность.



Г. М. Кржижановский познакомился с В. И. Ульяновым (Лениным) в 1893 году и вместе с ним участвовал в создании петербургского «Союза борьбы за освобождение рабочего класса», одной из первых нелегальных марксистских организаций в Российской империи. На фото руководство «Союза борьбы» в феврале 1897 года. Слева направо сидят — В. В. Старков, Г. М. Кржижановский, В. И. Ульянов и Ю. А. Мартов; стоят — А. Л. Малченко, П. К. Запорожец и А. А. Ванеев



Р.Э. Классон



Первая в Российской империи и во всём мире мощная районная торфяная электростанция «Электропередача» (10 МВт) в Богородском уезде Московской губернии дала первый ток 12 марта 1914 года. До этого российская энергетика в основном работала на дорогом привозном энергоносителе — бакинском мазуте, а широко распространённые торф, сланцы и бурый уголь практически не использовались. Р.Э. Классон и другие инженеры-энергетики загорелись идеей — используя торф, снабжать дешёвой электроэнергией район радиусом до 100 км. Сначала в 75 км от Москвы, в глухом, непроходимом месте (урочище «Белый мох»), приобрели огромное торфяное болото. К 1912 году был готов проект и началось строительство, которое обошлось в 12 млн рублей — Классон лично договаривался с немецкими и швейцарскими банками, которые в шутку называли его «Goldfresser», то есть «Пожиратель золота». На электростанции использовались турбины Escher Wyss и генераторы Siemens-Schuckert.

Русский и советский инженер-энергетик и изобретатель Роберт Эдуардович Классон после окончания Технологического института и стажировки в Германии при Франкфуртской электротехнической выставке несколько лет занимался испытанием нового оборудования, совмещая эту работу с выполнением партийных заданий. Важным этапом в формировании его как специалиста было строительство и эксплуатация электростанций в Баку, перевод приводов насосов нефтепромыслов с паровых на электрические. В эти годы в Баку он работал и дружил с бывшим студентом Л.Б. Красиным.

В 1912–1916 годах судьба снова свела их на строительстве торфяной электростанции в Богородском уезде Московской губернии (ныне Ногинский район). Инициатором строительства данной электростанции был Р.Э. Классон, который купил

земельный участок с торфяным болотом и создал акционерное общество «Электропередача». Заместителем Классона был А.В. Винтер, который и руководил строительством. Коммерческим директором АО «Электропередача» стал Г.М. Кржижановский. Первая мировая война создала проблемы поставок оборудования, которое по чертежам Классона изготавливалось в Германии и Швейцарии. Кржижановскому пришлось решать массу вопросов по прокладке ЛЭП протяжённостью 70 км в Москву по частным земельным участкам. На этой же станции работал и ведущий российский специалист по торфу Иван Иванович Радченко.

С учётом изложенного следует, что в основе формирования российской энергетической научно-технической школы в XIX и начале XX веков лежала общественная самоорганизация учёных и инженеров

в рамках Электротехнического отдела Русского технического общества. Деятельность последнего отличалась высоким научным уровнем, участием выдающихся инженеров и практиков, сотрудничеством с зарубежными научными обществами, широкой популяризацией энергетической тематики.

Учёные и инженеры-электрики той далёкой эпохи не ограничивались только профессиональными интересами. Среди них было много ярких личностей, активно участвовавших в политической жизни государства. Это в том числе объясняет масштабность решений по развитию энергетики, основным трендом которых является плановый характер на основе централизации. Именно эти качества позволили разработчикам плана ГОЭЛРО создать уникальный в мировой практике стратегический документ развития энергетической отрасли первого в мире социалистического государства. ●

1. Гвоздецкий В.Л. План ГОЭЛРО — стратегическая программа социально-экономического и научно-технического развития. К 80-летию со дня принятия плана ГОЭЛРО [Электр. текст]. Режим доступа: pravo-slovo.ru. Дата обрац.: 03.06.2020.
2. 100 лет теплофикации и центрального теплоснабжения в России. Сборник статей / Под ред. В.Г. Семёнова. — М.: Новости теплоснабжения, 2003. 246 с.
3. Шателен М.А. Русские электротехники второй половины XIX века. — М.: Рипол Классик, 2013. 436 с.
4. Русское техническое общество [Электр. текст]. Википедия. Режим доступа: ru.wikipedia.org. Дата обрац.: 10.07.2020.
5. Филиппов Н.Г. Научно-техническое общество России (1866–1917 гг.): учеб. пособие / Отв. ред. А.А. Кузин. — М.: МГИАИ, 1976. 214 с.
6. Очерки истории организации науки в Ленинграде, 1703–1977 гг. / А.В. Кольцов, Ю.Х. Копелевич, Б.Д. Лебин и др.; под ред. Б.Д. Лебина. — Ленинград: Наука, 1980. 314 с.
7. Образование в Российской империи [Электр. текст]. Википедия. Режим доступа: ru.wikipedia.org. Дата обрац.: 15.08.2020.

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



XII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

X МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС



Энергосбережение и энергоэффективность.

IT ТЕХНОЛОГИИ. ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ. ЭКОЛОГИЯ



Санкт-Петербург

Дата проведения уточняется

Организатор



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

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

Генеральный
информационный
партнер



О вычислении гидродинамического сопротивления каналов произвольного сечения. Часть 2

Данная работа является продолжением статьи [1] и содержит формулы для вычисления гидродинамического сопротивления каналов различных типов. Также в ней приводятся результаты вычислений по данным формулам в сравнении со справочными данными из [2], полученными в результате натурных экспериментов. Для всех рассматриваемых типов каналов получено достаточно хорошее совпадение расчётных данных со справочными значениями.

Автор: А.В. БАРОН, инженер, компания ООО «Теплообмен»

Введение

В первой части данной работы [1] было приведено теоретическое обоснование возможности применения методов спектральной геометрии в гидродинамике. В настоящей (второй) части на основании этих соображений будет выведена общая формула для вычисления гидродинамического сопротивления каналов с постоянным сечением сложной формы. Основная цель данной работы — дать удобную для инженерных вычислений формулу, позволяющую находить сопротивление каналов с достаточной для практических задач точностью.

Предлагаемая формула получена с использованием теории уравнений Навье-Стокса и теории турбулентности Колмогорова, однако её вывод нельзя считать абсолютно строгим. Впрочем, несмотря на некоторые упрощающие допущения, принятые при выводе данной формулы, полученные с её помощью результаты вычислений хорошо согласуются со справочными значениями, приведёнными в [2]. Отметим также, что ряд вопросов (в частности, вопрос о классе каналов, для которых применим предлагаемый метод) ещё требует дальнейшего исследования.

1. Вычисление гидродинамических сопротивлений по данному методу

1.1. Предварительные сведения

Ввиду того, что в первой части статьи [1] были приняты некоторые упрощающие допущения (а именно: рассматривались граничные условия типа Дирихле и использовался спектр оператора Лапласа вместо спектра оператора Стокса), не стоит ожидать полного совпадения расчётных данных со справочными значениями.

Кроме того, следует учесть, что справочные данные также не являются абсолютно точными, поэтому отклонение расчётных данных от справочных в пре-

делах 1–1,5% можно считать вполне приемлемым. Рассмотрим семейство каналов

$$\{\Omega_t\}_{t=a}^b = \{\tilde{\Omega}_t \times L\}_{t=a}^b, L \subset \mathbb{R}$$

с произвольными поперечными сечениями $\tilde{\Omega}_t \subset \mathbb{R}^2$. Из данных первой части статьи [1] следует, что гидродинамические сопротивления таких каналов могут быть найдены по формуле:

$$\Delta P_t = \Delta P_* k_t, \quad (1)$$

где k_t — некоторая константа, зависящая от геометрии канала, а ΔP_* — сопротивление канала круглого сечения.

Основная цель данной работы: дать удобную для инженерных вычислений формулу, позволяющую находить сопротивление каналов с достаточной для практических задач точностью

Коэффициенты k_t в настоящей работе предлагается рассчитывать по следующей формуле, единой для всех типов каналов:

$$k_t = \frac{\frac{\int_{\tilde{\Omega}_t} \frac{1}{r} dr}{\int_{\tilde{\Omega}_*} \frac{1}{r} dr}}{\left(\frac{|\tilde{\Omega}_t|}{|\tilde{\Omega}_b|}\right)^5 |\tilde{\Omega}_b| \left[\beta(b-t) + \frac{\int_{\tilde{\Omega}_b} \frac{1}{r} dr}{\int_{\tilde{\Omega}_*} \frac{1}{r} dr}\right]}. \quad (2)$$

Причём константа β определяется следующим образом:

$$\beta = \frac{\left(\frac{|\tilde{\Omega}_b|}{|\tilde{\Omega}_{t'}|}\right)^5 |\tilde{\Omega}_{t'}| \left|\frac{\partial \tilde{\Omega}_b}{\partial \tilde{\Omega}_{t'}}\right|}{\left|\frac{\partial \tilde{\Omega}_b}{\partial \tilde{\Omega}_{t'}}\right|},$$

где t' — точка минимума изопериметрического дефицита для $\tilde{\Omega}_t$, то есть

$$t' = \min_{t \in [a, b]} \left(\left| \frac{\partial \tilde{\Omega}_t}{\partial t} \right|^2 - 4\pi \left| \tilde{\Omega}_t \right| \right).$$



В приведённых выше формулах использованы следующие обозначения: $|\Omega|$ — площадь; $|\partial\Omega|$ — периметр области Ω , а

$$\xi_{*,t} = \sum_{k=1}^{\infty} \mu_k k^{-1,71}, \quad (3)$$

где μ_k — собственные числа оператора Лапласа области $\tilde{\Omega}_{*,t}$.

Пояснить смысл константы β можно следующим образом: $\tilde{\Omega}_{t'}$ задаёт в некотором смысле оптимальное сечение для данного семейства каналов, и, если $t' = b$, то значение β будет равно нулю.

Однако, если $t' \neq b$, то β будет учитывать отклонение $\tilde{\Omega}_b$ от своей оптимальной формы.

Следует отметить, что в приводимых ниже расчётах k_t по формуле (2) размеры области $\tilde{\Omega}_{t'}$ фиксированы, а размеры областей $\tilde{\Omega}_t$ и $\tilde{\Omega}_*$ получены из следующих уравнений:

$$\begin{aligned} |\partial\tilde{\Omega}_{t'} \cdot \tilde{\Omega}_*|^3 &= |\partial\tilde{\Omega}_* \cdot \tilde{\Omega}_{t'}|^3, \\ |\partial\tilde{\Omega}_{t'} \cdot \tilde{\Omega}_t|^3 &= |\partial\tilde{\Omega}_t \cdot \tilde{\Omega}_{t'}|^3. \end{aligned} \quad (4)$$

Размеры области $\tilde{\Omega}_{t'}$ будут приведены в п. 1.2 отдельно для каждого канала.



В настоящей работе все расчёты приведены для каналов с длиной $L = 10$, и для первых двухсот собственных чисел оператора Лапласа для каждого канала. Размеры областей $\tilde{\Omega}_{t'}$ также фиксированы. Естественно, возникает вопрос о том, можно ли применить предложенный метод для каналов Ω_t других размеров. Известно (см., например, [3]), что при масштабировании любой области в \mathbf{R}^3 в K раз собственные числа оператора Лапласа этой области изменяются в $1/K^2$ раз. Это означает, что при масштабировании области Ω_t в K раз значения ξ_t и ξ_* в формуле (2) изменятся в $1/K^2$ раз, то есть значение k_t в этом случае останется постоянным. Таким образом, предложенный метод применим при любом равномерном масштабировании области Ω_t .

Естественно, возникает вопрос о применимости метода в случае, когда область $\tilde{\Omega}_{t'}$ остаётся неизменной, а изменяется лишь длина канала L .

Подробное рассмотрение данного вопроса выходит за рамки данной статьи, однако ниже приведён краткий набросок доказательства применимости предлагаемого метода в этом случае.

Отметим сначала, что спектр оператора Лапласа для областей цилиндрического типа $\tilde{\Omega} \times L$ имеет вид $\mu_{ji} = \mu_{1j} + \mu_{2i}$, где $\{\mu_{1j}\}_{j=1}^{\infty}$ — спектр оператора Лапласа области $\tilde{\Omega}$, а $\{\mu_{2i}\}_{i=1}^{\infty}$ — спектр отрезка L (подробнее см. [4]). Известно, что спектр отрезка при нулевых граничных условиях типа Дирихле имеет вид $\{\mu_{2i}\} = (\pi i/L)^2$.

Рассмотрим каналы одного (произвольного) сечения, но разной длины: $\Omega_A = \tilde{\Omega} \times L$ и $\Omega_{nA} = \tilde{\Omega} \times nL$ ($n \in \mathbf{R}, n > 0$). Структура потока при увеличении длины канала не меняется, следовательно, можно ожидать, что будет иметь место линейная зависимость: $\xi(\Omega_{nA}) = n\xi(\Omega_A)$, где $\xi(\cdot)$ вычисляется по формуле (3).

Отсюда следует, что $N_i(nL, j) = nN_i(L, j)$, так как собственные числа μ_{1j} не зависят от длины канала.

Далее, известно, что для любого N :

$$\sum_{k=1}^N k^2 = \frac{N(N+1)(2N+1)}{6},$$

поэтому при достаточно большом соотношении $L/|\Omega|$ [а, следовательно, при достаточно большом $N_i(L, j)$] будет справедливо следующее соотношение:

$$\sum_{i=1}^{N_i(L,j)} \left(\frac{\pi i}{L}\right)^2 \approx \left(\frac{\pi}{L}\right)^2 \frac{N_i(L,j)^3}{3}.$$

Таким образом, получаем:

$$\alpha(\Omega_A) \approx \sum_{j=1}^{N_j} \left[N_i(L,j) \mu_{1j} + \left(\frac{\pi}{L}\right)^2 \frac{N_i(L,j)^3}{3} \right]$$

для канала Ω_A и

$$\alpha(\Omega_{nA}) \approx \sum_{j=1}^{N_j} \left[nN_i(L,j) \mu_{1j} + \left(\frac{\pi}{nL}\right)^2 \frac{n^3 N_i(L,j)^3}{3} \right] = n\alpha(\Omega_{nA})$$

для канала Ω_{nA} .

Откуда следует, что с достаточно высокой точностью можно считать $\xi(\Omega_{nA}) = n\xi(\Omega_A)$. Отклонение от точного равенства в данном случае объясняется тем, что выше мы положили $N+1 \approx N$ и $2N+1 \approx 2N$ для достаточно больших N . Таким образом, все результаты п. 1.2 могут быть без изменения перенесены на случай каналов произвольных размеров.

Также отметим, что формула (2) справедлива лишь для течений с достаточно большим значением числа Рейнольдса (а точнее, для таких течений, для которых справедлив закон $-5/3$ А.Н. Колмогорова — см. формулу (3) в [1]), поэтому в следующем пункте сравнение проводилось со справочными данными для турбулентных течений, у которых число $Re > 2000$.

1.2. Результаты вычислений

Ниже приводятся результаты вычисления коэффициентов k_t для различных типов каналов и их сравнение со справочными данными из [2]. Для каждого случая результаты представлены в виде таблицы, причём все таблицы имеют следующую общую структуру.

В первой колонке таблицы приведены значения параметра t (его значение описано ниже отдельно для каждого канала), во второй — значения коэффициентов k_t , вычисленных по формуле (2), в третьей — значения коэффициентов, приведённые в справочнике [2] (обозначим их K_t), в четвёртой — значения отклонений

$$\delta_t = \frac{k_t - K_t}{K_t} 100\%.$$

Покажем, что ξ действительно почти линейно зависит от L (при $L/|\Omega| > 100$ отличие зависимости $\xi(L)$ от линейной составляет не более 0,5%, причём это отличие уменьшается с ростом $L/|\Omega|$). Для анализа зависимости ξ от L рассмотрим полученные из (3) суммы вида:

$$\alpha(\Omega_A) = \sum_{j=1}^{N_j} \sum_{i=1}^{N_i(L,j)} [\mu_{1j} + (\pi i/L)^2]$$

для канала Ω_A и

$$\alpha(\Omega_{nA}) = \sum_{j=1}^{N_j} \sum_{i=1}^{N_i(nL,j)} \{\mu_{1j} + [\pi i/(nL)]^2\}$$

для канала Ω_{nA} .

Отметим, что натуральные числа $N_i(L, j)$ определяются из соотношения

$$\mu_{1j} + \left[\frac{\pi N_i(L,j)}{L}\right]^2 < \mu_{1j+1} < \mu_{1j} + \left[\frac{\pi [N_i(L,j)+1]}{L}\right]^2.$$

1.2а. Канал с сечением в форме эллипса. Рассмотрим семейство каналов:

$$\{\Omega_t\}_{t=0,1}^{1,0} = \{\tilde{\Omega}_t \times L\}_{t=0,1}^{1,0},$$

где $\tilde{\Omega}_t$ — эллипс, соотношение длин осей которого равно t . Значения длин осей при каждом t получаются из формулы (4), причём область $\tilde{\Omega}_t$ в данном случае является кругом единичной площади.

В данном случае $a = 0,1, b = 1,0$, и несложно проверить, что $t' = b$, поэтому в формуле (2) $b = 0$. Следовательно, для данного типа каналов формула (2) принимает следующий вид:

$$k_t = \frac{\frac{\xi_t}{\xi_b}}{\left(\left|\frac{\tilde{\Omega}_t}{\tilde{\Omega}_b}\right|\right)^5} \quad (5)$$

Результаты расчёта k_t по формуле (4) приведены в табл. 1.

Результаты расчётов табл. 1

t	k_t	K_t	δ_t
1,0	1,000	1,00	0%
0,8	0,997	1,00	0,3%
0,6	1,000	1,00	0%
0,4	1,005	1,00	0,5%
0,2	0,987	1,00	1,3%
0,1	0,927	1,00	7,3%

Среднее отклонение расчётных значений от справочных данных $(\sum_{t=1}^6 \delta_t)/6$ составляет 1,6%. Следует отметить, что в справочнике [2] не приведены точные значения коэффициентов для каналов с сечением в форме эллипса, а указано лишь, что для них $K_t \approx 1,0$. Естественно ожидать, что чем сильнее сечение канала будет отклоняться от круглой формы, тем менее точным будет соотношение $K_t \approx 1,0$.

Приведённые в табл.1 данные вычислений это подтверждают.

Отклонение расчётных данных от справочных при уменьшении t также может объясняться тем, что периметр эллипса в формуле (4) рассчитывался по приближенной формуле, точность которой уменьшается при росте отношения длин осей эллипса. Таким образом, представляется, что в данном случае расчётные данные достаточно точно отражают физику процесса, и гидродинамическое сопротивление каналов с сечением в форме эллипса целесообразно вычислять по формуле (1) с использованием (5).

1.2б. Канал прямоугольного сечения. Рассмотрим семейство каналов прямоугольного сечения:

$$\{\Omega_t\}_{t=0,1}^{1,0} = \{\tilde{\Omega}_t \times L\}_{t=0,1}^{1,0},$$

где $\tilde{\Omega}_t$ — прямоугольник с соотношением длин сторон, равным t . Размеры сторон при каждом t получаются из формулы (4), причём область $\tilde{\Omega}_t$ в данном случае является квадратом единичной площади.

В данном случае $a = 0,1, b = 1,0$, и несложно проверить, что $t' = b$, поэтому в формуле (19) $b = 0$. Следовательно, для каналов прямоугольного сечения коэффициенты k_t можно рассчитывать по формуле (5). Результаты расчёта k_t по формуле (5) приведены в табл. 2.

Результаты расчётов табл. 2

t	k_t	K_t	δ_t
1,0	1,000	1,00	0%
0,8	1,002	1,01	0,76%
0,6	1,014	1,02	0,55%
0,4	1,043	1,04	0,27%
0,2	1,088	1,06	2,68%
0,1	1,089	1,08	0,92%



Среднее отклонение расчётных значений от справочных данных $(\sum_{t=1}^6 \delta_t)/6$ составляет 0,9%. Из данных в табл.2 следует, что гидродинамическое сопротивление каналов прямоугольной формы можно с достаточной точностью вычислять по формуле (1) с использованием (5).

1.2в. Канал треугольного сечения. Рассмотрим семейство каналов с сечением в виде равнобедренного треугольника:

$$\{\Omega_t\}_{t=\pi/9}^{8\pi/9} = \{\tilde{\Omega}_t \times L\}_{t=\pi/9}^{8\pi/9},$$

где $\tilde{\Omega}_t$ — треугольник с вершинным углом, равным t радиан. Длина боковых сторон треугольника при каждом t получается из формулы (4), причём область $\tilde{\Omega}_t$ в данном случае является равносторонним треугольником, длины сторон которого равны 1,0.

В данном случае $a = \pi/9, b = 8\pi/9$, и несложно проверить, что $t' = \pi/3$ (то есть в данном случае $t' \neq b$), поэтому в формуле (2) имеет место $b \neq 0$.

Следовательно, коэффициенты k_t для случая каналов треугольного сечения следует рассчитывать по формуле (2).

Результаты расчёта k_t по формуле (2) для данного случая приведены в табл. 3.

Результаты расчётов табл. 3

t	k_t	K_t	δ_t
$8\pi/9$	1,000	0,99	1,01%
$6\pi/9$	0,955	0,98	2,58%
$4\pi/9$	0,949	0,96	1,12%
$3\pi/9$	0,932	0,93	0,24%
$2\pi/9$	0,895	0,89	0,65%
$\pi/9$	0,834	0,84	0,74%

Среднее отклонение расчётных значений от справочных данных $(\sum_{t=1}^6 \delta_t)/6$ составляет 1,0%.

Из приведённых в табл. 3 данных следует, что гидродинамическое сопротивление каналов с сечением в виде равнобедренного треугольника можно с достаточной точностью вычислять по формуле (1) с использованием (2).



1.2г. Канал с сечением в форме сектора круга. Рассмотрим следующее семейство каналов:

$$\{\Omega_t\}_{t=\pi/9}^{8\pi/9} = \{\tilde{\Omega}_t \times L\}_{t=\pi/9}^{8\pi/9},$$

где $\tilde{\Omega}_t$ — сектор с углом t радиан. Радиус сектора при каждом t получается из (4), причём область $\tilde{\Omega}_t$ в данном случае является сектором единичного радиуса с углом $\pi/3$ радиан.

В данном случае $a = \pi/9$, $b = 8\pi/9$, и несложно проверить, что $t' = 2$ (то есть в данном случае $t' \neq b$), поэтому в формуле (2) $b \neq 0$. Следовательно, коэффициенты k_t для случая каналов такого сечения следует рассчитывать по формуле (2). Результаты расчёта k_t по данной формуле приведены в табл. 4.

•• **Результаты расчётов** табл. 4

t	k_t	K_t	δ_t
8π/9	1,000	0,99	1,01 %
6π/9	0,974	0,98	0,61 %
4π/9	0,938	0,96	2,25 %
3π/9	0,915	0,93	1,60 %
2π/9	0,883	0,89	0,72 %
π/9	0,846	0,84	0,69 %

Среднее отклонение расчётных значений от справочных данных $(\sum_{t=1}^6 \delta_t)/6$ составляет 1,1%. Из приведённых в табл. 4 данных следует, что гидродинамическое сопротивление каналов с сечением в форме сектора круга можно с достаточной точностью вычислять по формуле (1) с использованием (2).

1.2д. Канал с сечением в форме равнобедренной трапеции. Рассмотрим следующее семейство каналов:

$$\{\Omega_t\}_{t=0,1}^{1,0} = \{\tilde{\Omega}_t \times L\}_{t=0,1}^{1,0},$$

где $\tilde{\Omega}_t$ — равнобедренная трапеция, в которой отношение высоты к её нижнему основанию равно t . Размеры основания и высоты при каждом t и при заданном угле при основании получаются из формулы (4), причём область $\tilde{\Omega}_t$ в данном случае является квадратом единичной площади.

В данном случае $a = 0,1$, $b = 1,0$, и несложно проверить, что $t' = b$, поэтому в формуле (2) $b = 0$. Следовательно, для расчёта k_t для каналов такого сечения можно использовать формулу (5).

Отметим, что в справочнике не приведены точные значения коэффициентов для каналов с сечением в форме равнобедренной трапеции, а указано лишь, что для них значения коэффициентов примерно такие же, как для каналов прямо-

Результаты, полученные с помощью предложенного в данной работе метода вычисления гидродинамического сопротивления каналов хорошо согласуются с результатами натурных испытаний. При этом данный метод не требует ни специального программного обеспечения (все вычисления могут проводиться с помощью математических библиотек, находящихся в свободном доступе), ни существенных вычислительных мощностей

угольной формы. Также в справочнике не указана величина угла при основании трапеции, хотя этот параметр может влиять на сопротивление канала. Расчёт коэффициентов k_t был проведён для случая, когда угол при основании трапеции равен 1,47 радиан. Результаты расчётов приведены в табл. 5.

•• **Результаты расчётов** табл. 5

t	k_t	K_t	δ_t
1,0	1,000	1,00	0 %
0,8	0,998	1,01	1,14 %
0,6	1,005	1,02	1,48 %
0,4	1,028	1,04	1,09 %
0,2	1,076	1,06	1,50 %
0,1	1,081	1,08	0,10 %

Среднее отклонение расчётных значений от справочных данных $(\sum_{t=1}^6 \delta_t)/6$ составляет 0,9%. Следовательно, гидродинамическое сопротивление каналов с сечением в форме равнобедренной трапеции можно с достаточной точностью вычислять по формуле (1) с использованием (5).

1.2е. Канал с сечением произвольной формы. Рассмотрим теперь канал с сечением произвольной формы:

$$\Omega = \tilde{\Omega} \times L, \tilde{\Omega} \subset \mathbb{R}^2, L \subset \mathbb{R}.$$

Для применения описанного выше метода в данном случае перейдём к семейству каналов

$$\{\Omega_t\}_{t=a}^b = \{\tilde{\Omega}_t \times L\}_{t=a}^b,$$

введя следующую параметризацию: $t = X_1/X_2$, где X_1 и X_2 — размеры минимальной прямоугольной области, ограничивающей $\tilde{\Omega}_t$, причём $\tilde{\Omega}_t = \tilde{\Omega}$ для некоторого τ . Таким образом, с каждой областью $\tilde{\Omega} \subset \mathbb{R}^2$ можно сопоставить семейство $\{\tilde{\Omega}_t\}_{t=a}^b$, где $\tilde{\Omega}_\tau = \tilde{\Omega}$ для некото-

рого τ , а остальные элементы семейства получены из $\tilde{\Omega}_\tau$ посредством масштабирования минимальной прямоугольной области, ограничивающей $\tilde{\Omega}_\tau$. Теперь для вычисления гидродинамического сопротивления любого канала из полученного семейства $\{\Omega_t\}_{t=a}^b$ можно применить формулы (1, 2).

Следует отметить, что применимость формул в данном случае требует подтверждения результатами натурных экспериментов. Кроме того, вопрос о классе областей $\tilde{\Omega}$, для которых применим описанный выше подход, также требует дальнейшего изучения.

2. Заключение

Результаты, полученные с помощью предложенного в данной работе метода вычисления гидродинамического сопротивления каналов хорошо согласуются с результатами натурных испытаний. При этом данный метод не требует ни специального программного обеспечения (все вычисления могут проводиться с помощью математических библиотек, находящихся в свободном доступе), ни существенных вычислительных мощностей.

Однако предлагаемый метод может быть усовершенствован в ряде аспектов, а именно: вместо собственных чисел оператора Лапласа можно использовать собственные числа оператора Стокса; возможно использование граничных условий, более точно соответствующих физике поставленной задаче; следует более строго обосновать выбор размеров канала и количества собственных чисел для расчёта по формуле (1); следует более строго определить класс областей, определяющих сечения каналов, для которых справедлива формула (2).

Следует отметить также, что предлагаемый метод может быть обобщён на случай каналов с переменным сечением. В частности, путём обобщения данного метода автором были получены гидродинамические сопротивления равномерно сужающихся и равномерно расширяющихся каналов. Данные предварительные результаты с достаточной точностью совпадают с результатами натурных экспериментов. ●

1. Барон А.В. О вычислении гидродинамического сопротивления каналов произвольного сечения. Часть 1 // Журнал СОК, 2020. №8. С. 52–55.
2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. — М.: Машиностроение, 1975. 560 с.
3. Reuter M., Wolter F.-E., Peinecke N. Laplace-Beltrami spectra as “shape-DNA” of surfaces and solids. Computer-Aided Design. April 2006. No. 38(4).
4. Auchmuty G., Rivas M.A. Laplacian eigenproblems on product regions and tensor products of Sobolev spaces. Journal of Mathematical Analysis and Applications. Mart 2016. No. 435(1).

Молекулярный генератор тепловой энергии нового поколения АТП-ТермаРОН: год спустя

Прошёл год с момента опубликования в журнале СОК статьи «О молекулярном генераторе тепловой энергии нового поколения АТП-ТермаРОН» [1]. В статье была изложена история создания, кратко описан принцип действия и некоторые практические результаты внедрения автономного теплового пункта АТП-ТермаРОН для отопления и горячего водоснабжения на различных объектах недвижимости.

Авторы: В.С. КАЗЕЙКИН, председатель секции по энергосбережению Экспертного совета Комитета по жилищной политике и ЖКХ Госдумы ФС РФ, первый вице-президент Международной ассоциации фондов жилищного строительства и ипотечного кредитования (МАИФ); Ю.А. КРЮКОВ, к.т.н., проректор ГОУ ВО «Университет «Дубна» университета по научной и инновационной работе; В.А. ТОЛСТОЛУГОВ, к.т.н., доцент, почётный работник ЖКХ России, генеральный директор научно-производственной компании ООО «ЭкоМИРТ»; И.И. ТОЛСТОЛУГОВА, заместитель генерального директора компании ООО «ЭкоМИРТ» по инновационным энергосберегающим технологиям

Научно-исследовательские работы по созданию молекулярного теплогенератора, использующего синергию принципов кавитации, гидролиза и магнитного резонанса молекул воды, начались в 2002 году. В 2008 году в академии ГАСИС в рамках «Лаборатории энергосберегающих технологий» был смонтирован и испытан первый образец молекулярного реактора, получившего наименование АТМ. 15 июня 2012 года получен патент на полезную модель №123119 «Устройство для производства тепловой энергии», а в июле 2015 года компанией ООО «ЭкоМИРТ» получено свидетельство №15-561 на результат интеллектуальной деятельности (секрет производства, «ноу-хау») — устройство АТП-ТермаРОН, охраняемое в режиме коммерческой тайны.

В 2012 году были изготовлены и смонтированы первые три трёхфазных комплекта АТМ-Сочи (прототип АТП-ТермаРОН), и началась практическая эксплуатация теплогенератора в пятиэтажном многоквартирном доме в Адлере (город Сочи). В октябре 2013 года был изготовлен, смонтирован и налажен один трёхфазный теплогенератор АТМ в Волоколамском районе Московской области на объекте по промышленному производству облицовочной плитки, который в настоящее время успешно функционирует. В 2015 году для отопления домов в аварийных ситуациях был разработан АТП-ТермаРОН в мобильном исполнении.

В течение 2015–2018 годов было осуществлено создание технологического испытательного стенда на объекте по адресу: г. Москва, шоссе Энтузиастов, д. 10/2.



От редакции

Редакция журнала СОК, мнение которой основывается на классической научной школе, не берёт на себя ответственность за информацию, представленную в данной статье. Эту ответственность несут исключительно авторы материала. Редакция готова предоставить страницы издания для публикации любых профессиональных отзывов и мнений о рассматриваемой разработке.

В 2018 году разработана и успешно реализована система воздушного отопления объектов гражданского и промышленного назначения на базе АТП-ТермаРОН/В. В 2018–2019 годах была разработана гибридная система отопления и горячего водоснабжения объектов недвижимости АТП-ТермаРОН/ГС, сочетающая базовый модуль АТП-ТермаРОН с гелиосистемой, преобразующей энергию солнца в тепло. Одновременно происходило практическое внедрение АТП-ТермаРОН на десятках жилых, офисных, гостиничных, культурных и других объектов.

В июле 2015 года компанией ООО «ЭкоМИРТ» получено свидетельство №15-561 на результат интеллектуальной деятельности («ноу-хау») — устройство АТП-ТермаРОН, охраняемое в режиме коммерческой тайны

Проведённая независимая экспертиза материалов об эффективности внедрения устройства и личное участие представителей Государственного университета «Дубна» позволило подготовить заключение и сделать выводы о том, что автономный тепловой пункт АТП-ТермаРОН (фото 1) прошёл апробацию в различных регионах Российской Федерации с ниже следующими показателями:

1. С учётом специфики условий, в которых проводились исследования на различных объектах, можно ожидать, что реальный коэффициент генерации электрической энергии в тепловую (в кВт·ч)



❖ Автономный тепловой пункт АТП-ТермаРОН

устройством АТП-ТермаРОН на объектах физической реализации составляет 2,3–4,6, что в среднем равно 3,45. При этом установленный в аналогичных стендовых исследованиях коэффициент генерации простого электрического (ТЭНового) котла составил 0,97.

Данный факт позволяет предполагать, что стоимость тепловой энергии, генерируемой АТП-ТермаРОН, будет в два-три раза ниже, чем у обычных теплогенерирующих устройств.

2. Подтверждена необходимость продолжить мониторинг работы АТП-ТермаРОН на различных объектах в разных природно-климатических зонах, в первую очередь на территориях Крайнего Севера и в удалённых местностях.

3. Государственный университет «Дубна» выражает заинтересованность и готовность совместно с компанией-разработчиком участвовать в мониторинге работы и совершенствовании АТП-ТермаРОН и других изделий на его основе по согласованной программе на 2020–2022 годы.

4. Отмечено, что рассматриваемый агрегат полностью экологичен, не выделяет в окружающую среду во время рабо-



❖ Фото 1. Автономный тепловой пункт АТП-ТермаРОН в Университете «Дубна»

ты никаких вредных веществ, и при этом, за счёт синергии внутренних процессов, обладает более высоким коэффициентом преобразования электрической энергии в тепловую.

5. Генератор имеет небольшие габариты и поэтому может применяться в одиночном исполнении для обогрева и ГВС относительно небольших по площади помещений (60–1000 м²), а в кассетном исполнении — значительных по площади зданий (от 1000 до 100 тыс. м² и более).

6. Самое главное, что устройство работает бесшумно и может устанавливаться внутри любых обогреваемых помещений.

7. Давление в контуре АТП-ТермаРОН не превышает 1 атм, поэтому он не является объектом коллонадзора, то есть техническим устройством, подведомственным Ростехнадзору.

Вывод о том, что коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую при использовании АТП-ТермаРОН



❖ Первый теплогенератор АТМ-Сочи, изготовленный и смонтированный в 2013 году

составляет 2,3–4,6 (в среднем 3,45), вызвал оживлённую и неоднозначную дискуссию среди читателей журнала СОК.

Поэтому авторы статьи представляют материалы по независимому мониторингу энергопотребления и стоимости электроэнергии, потребляемой на объектах, в которых автономный тепловой пункт был установлен в течение последнего года после публикации первой статьи. Независимый мониторинг в ежедневном режиме осуществлялся инженерными службами заказчиков или специалистами, привлечёнными заказчиками. Заказчик — это самый серьёзный контролёр, поскольку он вложил свои средства и должен их окупить, а если теплогенератор не обеспечивает эффективное теплоснабжение, то на исполнителя можно подать в суд.

По результатам анализа каждым заказчиком был проведён тщательный мониторинг эффективности АТП-ТермаРОН в отопительный период. Полученные данные приведены ниже в описании каждого конкретного примера внедрения теплогенератора. В целях научного и профессионального обсуждения авторами в течение последнего года в различных профильных журналах были опубликованы ещё четыре статьи [2–5] с примерами эффективности практического использования АТП-ТермаРОН.

Также авторским коллективом в издательстве «Инфра-М» опубликована монография «Теория и практика внедрения высокоэнергоэффективных технологий в строительстве на основе теплогенераторов «ТермаРОН» [6].

Представляем объекты и полученные от заказчиков результаты непосредственно практического функционирования рассматриваемого устройства.



❖ Автоматизированный тепловой пункт модульного типа серии АТМ-Сочи

Первый пример

В ноябре 2019 года АТП-ТермаРОН мощностью 20 кВт по электрической энергии (60 кВт по тепловой энергии) был установлен в городе Якутске в офисном помещении площадью 398 м², принадлежащем АО «Саханефтегазсбыт» (фото 2).

До этого офис отапливался 33 настенными тепловыми электрическими конвекторами. Сотрудники жаловались на головные боли, сухость и шелушение в носоглотке, а также снижение работоспособности вследствие недостатка кислорода в обработанном конвекторами воздухе. После установки АТП-ТермаРОН все эти симптомы исчезли. При наружной температуре -53 °С по Цельсию в помещении всю зиму наблюдалась комфортная температура +23...+25 °С. По результатам независимого наблюдения, при КПД установки по использованию электроэнергии 0,98, коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую зафиксирован в пределах от 3,4 до 4,1. Стоимость расходов на отопление при этом уменьшилась в три-четыре раза по сравнению с оплатой, производимой ранее при использовании электрических конвекторов и соответствующими тарифами.

Второй пример

В октябре 2019 года АТП-ТермаРОН был установлен для отопления торгового комплекса «Верный» (Московская область, Истринский район, село Дарна), фото 3.

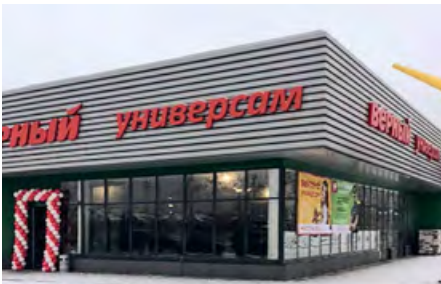


Фото 2. АТП-ТермаРОН (20 кВт) в офисном помещении АО «Саханефтегазсбыт» в Якутске

Площадь отапливаемых помещений равна 1700 м². Высота потолков — 8 м, отапливаемый объём здания — 13,6 тыс. м³.

По проекту для обогрева здания по нормативам Московской области необходимо было установить электродкотлы мощностью 364 кВт. Заказчик принял решение вместо данных котлов установить два трёхфазных АТП-ТермаРОН по 40 кВт электрической энергии (120 кВт по тепловой энергии) каждый. Оказалось, что для создания комфортной температуры реальное потребление двух АТП-ТермаРОН составило $19,8 \times 2 = 39,6$ кВт·ч.

Мониторинг показал, что при использовании электрических котлов за сезон потребление и стоимость ресурса по нормативу должно было составить:

$$835\,341 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \times 5,6 \text{ руб. (тариф)} = 4\,677\,909 \text{ руб.}$$

При использовании АТП-ТермаРОН реальное потребление электроэнергии было значительно меньше, и её стоимость с декабря по май составила:

$$231\,822 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \times 5,6 \text{ руб.} = 1\,298\,203 \text{ руб.}$$

Таким образом, экономия за сезон составила 3 379 706 руб. Окупаемость затрат на приобретение автономного теплового пункта составила три месяца.

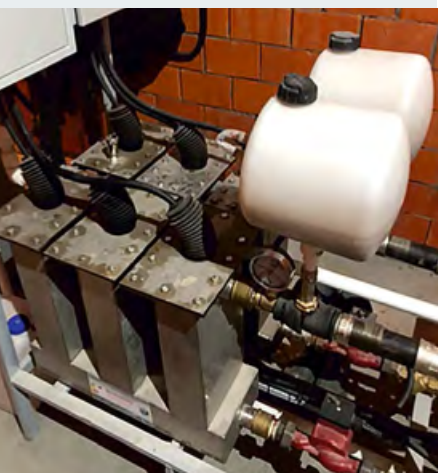


Фото 3. АТП-ТермаРОН в торговом комплексе «Верный» (МО, Истринский р-н, с. Дарна)

Третий пример

В зимний период 2019 года был проведён мониторинг эксплуатации трёхфазного АТП-ТермаРОН мощностью 15 кВт по электрической энергии (45 кВт по тепловой энергии) для выработки тепла, ГВС и обеспечения функционирования полотенцесушителей в гостинице Green Palace Hotel (Москва, Внуково) — фото 4.

По результатам мониторинга наблюдалось двух- и даже трёхкратное снижение стоимости платы за энергопотребление.

Четвёртый пример

В зимний отопительный период 2019 года компанией ООО «ЭкоМИРТ» был проведён мониторинг работы двух АТП-ТермаРОН мощностью 20 кВт (по электрической энергии, 60 кВт тепловой энергии) каждый, установленных в двухподъездном многоэтажном 32-квартирном доме площадью 2468,64 м² в жилом комплексе «Парк Апрель», расположенном в Наро-Фоминском районе Московской области (город Апрелевка, ул. Декабристов, д. 34, показано на фото 5).



❖ Фото 4. АТП-ТермаРОН в гостинице Green Palace Hotel (г. Москва, ЗАО, Внуково)

Для мониторинга использовались: трёхфазный многотарифный однонаправленный счётчик электрической энергии «Меркурий 230 ART-03», тепловой счётчик ТЗ4-1 и ультразвуковой расходомер «Карат-520». АТП-ТермаРОН постоянно подавал теплоноситель через теплообменник во второй контур с температурой на подаче +70°C и обратке +45°C. Данные о затратах электрической энергии и выработке тепловой энергии за весь период наблюдений при стабильной работе системы отопления представлены в табл. 1.

За первые 25 дней эксплуатации АТП-ТермаРОН на объекте «Парк Апрель» стоимость затрат на отопление многоквартирного дома №34 составила, согласно показаниям счётчика электроэнергии, по одноставочному тарифу 16 118,47 руб. (по двухставочному — 14 692,2 руб.).



❖ Фото 5. АТП-ТермаРОН в ЖК «Парк Апрель» (МО, Наро-Фоминский р-н, г. Апрелевка)

❖ Данные о затратах электроэнергии и выработке тепловой энергии

табл. 1

Месяц	Потреблённая электроэнергия, кВт·ч	Сгенерированная тепловая энергия, Гкал (кВт·ч)	Коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую
Ноябрь	5640	19,124 (22 241,212)	3,9
Декабрь	5620	23,091 (26 854,833)	4,6
Январь	5280	11,714 (13 623,382)	2,5
Февраль	5040	13,431 (15 620,253)	3,1
Март	14 344*	26,838 (31 212,594)	2,1
Итого	36 124	94,198 (108 552,594)	Среднее: 16,2/5 = 3,2

* К электрическому счётчику, помимо двух АТП-ТермаРОН, был присоединён ТЭНовый котёл мощностью 60 кВт.

Экономия денежных средств от использования АТП-ТермаРОН на объекте «Парк Апрель» за этот период составила более чем трёхкратную величину. За весь период наблюдений КПЭ электрической энергии в тепловую в среднем оказался равным 3,2

Нормативная стоимость тепла для многоквартирного дома №34 за это же время составила величину 81 984,68 руб. Экономия денежных средств от использования АТП-ТермаРОН на объекте «Парк Апрель» за этот период составила более чем трёхкратную величину.

Как можно видеть из табл. 1, за весь период наблюдения коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую в среднем оказался равным $108\,552,27/36\,124 = 3,2$.

Таким образом, во всех проектах коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую колебался от 2,3 до 4,6, что в среднем составило 3,45. Эти данные полностью подтверждают выводы, сделанные ранее в заключении Государственного университета «Дубна» от 20 мая 2019 года.



С инженерной точки зрения в АТП-ТермаРОН одновременно объединены механизмы, вызывающие нагрев воды в кавитационных [2], электродных или электролизных [7, 8], а также индукционных теплогенераторах [7].

С термодинамической точки зрения для описания процессов, происходящих внутри АТП-ТермаРОН, более правильно использовать термин «коэффициент преобразования энергии», поскольку коэффициент полезного действия теплогенератора по использованию электрической энергии равен 0,98. Но в данном случае электричество служит лишь катализатором процессов кавитации, гидролиза, электромагнитной индукции, резонанса и их синергии, приводящей к выделению избыточной тепловой энергии вследствие разрыва молекулярных связей воды O-H, образования кавитонов, экзотермического распада перекиси водорода, озона и других соединений внутри рассматриваемого теплогенератора.

Поэтому такой термин, как «коэффициент преобразования энергии» (КПЭ), используемый для оценки эффективности тепловых насосов [9], вполне применим и для оценки теплогенерации в АТП-ТермаРОН.

Для тепловых насосов КПЭ трактуется как отношение теплопроизводительности теплового насоса к его энергозатратам, зависящее от разницы температур в испарителе и конденсаторе. Величина КПЭ тепловых насосов находится в интервале от 1,2 до 2,0 и более. Такой высокий коэффициент преобразования энергии в тепловых насосах ни у кого не вызывает сомнений, поскольку дополнительная энергия «заимствуется» из низкопотенциального тепла земли, воды или воздуха. Возникает справедливый вопрос: откуда же берётся избыточная тепловая энергия в АТП-ТермаРОН? Тем более что работающие от электричества кавитационные, гидролизные и индукционные теплогенераторы с избыточным выделением тепла серийно производятся во многих странах (Германия, Япония, США, Россия, Республика Беларусь, Казахстан, Молдова и др.) сотнями различных компаний.

Для тепловых насосов КПЭ трактуется как отношение теплопроизводительности теплового насоса к его энергозатратам, зависящее от разницы температур в испарителе и конденсаторе

При этом кавитационные теплогенераторы имеют различный механизм действия (роторные, трубчатые, вихревые, ультразвуковые и молекулярные), но всех их объединяет процесс кавитации воды и сотни раз подтверждённое различными приборными измерениями дополнительное выделение энергии с КПЭ от 1,5 до 3,0 и более единиц [2, 9].

С учётом того, что вопрос о механизмах образования избыточного тепла служит поводом постоянной дискуссии, в данной статье впервые дано наиболее полное на сегодняшний день описание внутренних процессов, происходящих при воздействии на воду электрического тока внутри молекулярного реактора АТП-ТермаРОН [2, 3], а также приведены опубликованные в течение последнего года в зарубежных источниках открытия, позволяющие объяснить причины возникновения избыточной энергии при воздействии на воду электрической энергии.

К этим процессам, как указано ранее, относятся ставшие уже классическими и полностью соответствующие законам термодинамики кавитация, гидролиз, электромагнитная индукция, резонанс и синергия этих процессов.

Рассмотрим последовательно каждый из вышеуказанных процессов (рис.1).

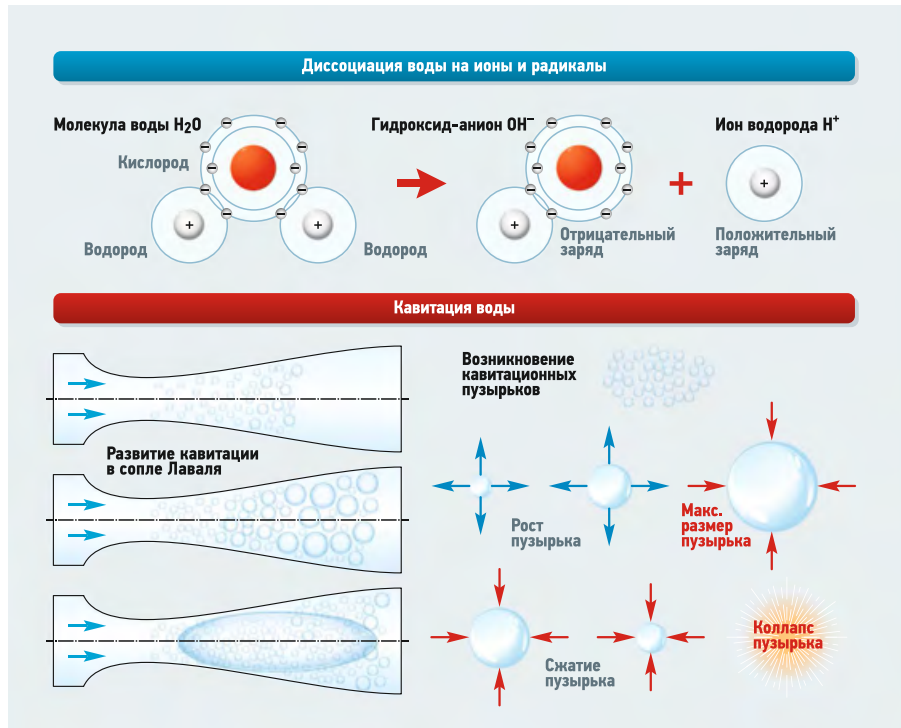


Рис. 1. Схема генерации тепла в молекулярном реакторе АТП-ТермаРОН

Механизмы генерации тепла

Ещё в 1777 году Антуан Лавуазье на заседании Французской академии наук доказал, что вода состоит из водорода и кислорода [10]. Один литр воды содержит 124 л водорода и 622 л кислорода. Даже в нормальных условиях часть молекул воды постоянно диссоциирует на ионы, то есть одна молекула теряет протон, а другая присоединяет его, в результате чего получаются соединения OH⁻ и H₃O⁺, соответственно. Интенсивность разложения воды существенно возрастает при воздействии на неё электрического тока. Впервые процесс электролиза — разложения воды при пропускании через неё электрического тока с образованием микропузырьков, содержащих молекулярный водород и кислород, — описал в 1834 году Майкл Фарадей. Возникающие при данных процессах радикалы (H[•], OH[•], HO₂[•]) и молекулярные ионы (H₂O⁺, H₃O⁺) способны вызывать различные химические превращения молекул воды с выделением дополнительной энергии. Источниками этой энергии служат две равноценных связи O—H в молекуле воды. При последовательном их разрыве выделяется 116 и 104 ккал тепла.

Калория (внесистемная единица количества теплоты) — это энергия, необходимая для нагревания 1 г воды на 1 °С. В расчётах принято брать среднее значение 110 ккал.

На основании использования фундаментальных законов физики и химии, путём проведения сложных расчётов академик МТА Д.Х. Базиев вычислил, что в одном кубическом метре воды содержится 2109 ГДж или 502 Гкал (миллиар-

дов калорий) энергии [11]. За счёт выделения части этой энергии и происходит образование тепла в АТП-ТермаРОН.

В этом году впервые в мире международной группой учёных в Национальной ускорительной лаборатории SLAC (США) во временной динамике был исследован и опубликован в журнале Science механизм образования гидроксильного радикала, сопровождающийся разрывом связи O—H и обеспечивающий выделение тепла [12]. С помощью лазерной фотографии учёные смогли зафиксировать, как при воздействии энергии на молекулу воды происходит ряд практически мгновенных реакций.

Во-первых, в результате «выброса» электрона образуется положительно заряженная молекула воды (H₂O⁺). Эта частица чрезвычайно недолговечна — в течение триллионной доли секунды H₂O⁺ отдаёт протон другой молекуле воды, создавая ион гидроксония H₃O⁺ и гидроксильный радикал OH[•] [12]. Об этой реакции учёные знали ещё с 1960-х годов, когда впервые был обнаружен электрон, «выброшенный» из молекулы воды. Но только сейчас, используя когерентное излучение, учёные смогли сфотографировать образующиеся в результате реакции радикал и ион гидроксония. Эти положения — «святая святых» электрохимических процессов, полностью согласующихся со вторым началом термодинамики.

Следует отметить, что особенностью работы АТП-ТермаРОН является точечный гидролиз, локализованный в зоне образования и роста кавитационных пузырьков. Образующихся при этом радикалов и молекулярных ионов достаточно

для того, чтобы проникнуть в каждый кавитационный пузырёк и вступить в реакцию с молекулой воды и газами. В этом отличие АТП-ТермаРОН от электродных (электролизных) теплогенераторов, в которых электроэнергия передаётся всему объёму воды, находящейся в котле, и приводит к её нагреванию [8].

Кавитация — физический процесс нарушения сплошности жидкой среды, образование и последующее схлопывание в воде пустот (микропузырьков и относительно крупных кавитационных камер), заполненных парами жидкости и различными газами, растворёнными в ней.

В результате возникающих в молекулярном реакторе АТП-ТермаРОН волно-резонансных процессов, вызванных действием электромагнитного поля, в воде образуются волны разряжения и сжатия. В фазе разряжения давление в воде падает, выделяются газы, растворённые в ней (O_2 , CO_2 и N_2), и пар данной жидкости вскипает. Образуются микропузырьки размером 1–3 мкм (кавитоны). Чтобы в воде образовались микрополости, необходимо «раздвинуть» её соседние молекулы на расстояние не менее удвоенной длины промежутка между ними.

Далее силы атмосферного давления и давления разряжения в кавитационном пузырьке уравниваются. Эта фаза называется «точкой равновесия», её продолжительность исчисляется миллисекундами. Затем в фазе сжатия под действием повышенного давления и сил поверхностного натяжения давление внутри пузырьков начинает превышать равновесные значения, и происходит интенсивное схлопывание образовавшихся полостей. В момент схлопывания давление и температура газа могут достигать значительных величин (по данным научных исследований, до 100 МПа и 600 °С).

Теоретически качественное отличие характеристик воды, находящейся в толще и на плёночной поверхности раздела сред, обосновал в своих расчётах академик МТА Д.Х. Базиев [11] ещё 25 лет назад. Но только в ноябре 2019 года физики из Наньянского технологического университета (NTU) в Сингапуре совместно с коллегами из Индии, Китая и США сделали открытие, в результате которого показали фундаментальное различие между двух- и трёхмерными состояниями воды, как по упорядочению броуновского движения молекул, так и по их взаимодействию друг с другом, в том числе по прохождению экзотермических реакций на поверхности плёнок воды [13].

В апреле 2020 года российские учёные из Центра энергетических технологий



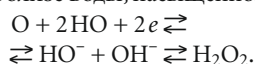
❖ Автономный тепловой пункт АТП-ТермаРОН

Сколковского института науки и технологий (Сколтеха) под руководством старшего научного сотрудника Василия Артёмова в сотрудничестве с исследователями Штуттгартского университета, Технологического института Карлсруэ и негосударственного Российского квантового центра впервые провели систематические экспериментальные измерения электропроводности плёночного поверхностного слоя воды на границе раздела сред.

Результаты исследования были опубликованы в ведущем профильном журнале *Journal of Physical Chemistry Letters* [14]. Учёные зарегистрировали в поверхностном слое воды аномально высокую протонную проводимость на постоянном токе, на пять порядков превышающую проводимость воды в её толще.

Синергия процессов кавитации, гидролиза, электромагнитной индукции и резонанса заключается в том, что в АТП-ТермаРОН в образующуюся кавитационную полость диффундируют возникающие при гидролизе и магнитном резонансе чрезвычайно химически активные радикалы и молекулярные ионы, способные вызывать различные химические превращения молекул воды, посредством передачи ей энергии электронного возбуждения, с образованием перекиси водорода, озона и других соединений.

Значительное количество пероксида водорода образуется, например, при электролизе воды, насыщенной кислородом:

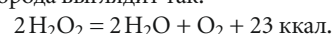


В АТП-ТермаРОН в образующуюся кавитационную полость диффундируют возникающие при гидролизе и магнитном резонансе чрезвычайно химически активные радикалы и молекулярные ионы

В сентябре 2019 года, в результате исследований химиков из США и Южной Кореи под руководством Ричарда Заре [15], было обнаружено, что перекись водорода (имеющая химическую формулу H_2O_2) может самопроизвольно образовываться на плёночной поверхности небольших водяных капель размером от 1 до 20 мкм (эквивалентно диаметру кавитонов) без дополнительных физических воздействий и при нормальном атмосферном давлении, что противоречит распространённому мнению о стабильности и химической инертности воды. Более того, концентрация перекиси возрастает с уменьшением диаметра капель.

Учитывая, что при кавитации образуются миллионы микропузырьков, имеющих в сумме значительную площадь, на этой чрезвычайно химически активной плёночной поверхности и происходит образование молекул перекиси водорода, озона и других соединений. Интенсивность этих реакций по образованию перекиси водорода в воде может существенно возрастать при использовании электрической энергии.

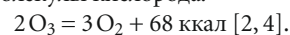
Высокие окислительные свойства перекиси водорода, впервые полученной французским химиком Луи Жаком Тенаром в 1818 году, основаны на сравнительно лёгком отщеплении одного из атомов кислорода. Перекись водорода — сильный окислитель, склонный к самопроизвольному разложению на воду и кислород с выделением значительного количества тепла. В общем виде формула экзотермической реакции разложения перекиси водорода выглядит так:



Этого тепла с одновременно образующимся теплом при процессе гидролиза, связанном с разрывом связи O–H, достаточно для постепенного нагревания воды в устройстве АТП-ТермаРОН до 70–95 °С. Следует отметить, что с повышением концентрации перекиси водорода температура воды может достигать ещё более значительных величин.

Вторым веществом, образующимся при воздействии электричества на воду, является озон. Всем известен характерный запах озона, появляющийся в воздухе после дождя с грозой. При обыкновенной температуре озон довольно устойчив, но при нагревании и схлопывании кавитонов он легко разлагается, снова превращаясь в кислород.

Экзотермический распад озона сопровождается выделением тепла — из каждого двух молекул озона получаются три молекулы кислорода:



С учётом данных экзотермических реакций становится неудивительным процесс появления избыточного тепла и нагревания воды при кавитации, гидролизе, электромагнитной индукции и резонансе, а также при их синергетическом взаимодействии в АТП-ТермаРОН. Здесь электричество выполняет лишь функцию катализатора и ретранслятора процессов, реализуемых внутри котла. Обобщая вышеизложенные механизмы, можно заключить, что под воздействием электрического тока возникает локальный экзотермический гидролиз с образованием радикалов (H^{\cdot} , OH^{\cdot} , HO_2^{\cdot}), молекулярных ионов (H_3O^+ , H_3O^{\cdot}) и тепла.

Интенсивность гидролиза и процесса нагревания воды может быть увеличена. Так, Стенли Мейер для достижения эффекта использовал электромагнитную индукцию для резонансной «раскачки» молекул воды и разрыва молекулярных связей. Фактически это новый, малоисследованный процесс, усиливающийся резонансом молекул воды. Мейеру удалось синхронизировать процесс раскачки молекул воды с внешней средой так, чтобы обеспечить захват недостающей энергии из внешней среды и получить повышенное выделение энергии [2, 4]. Этот же процесс электромагнитной индукции, совместно с гидролизом, используется и в АТП-ТермаРОН.

Параллельно с гидролизом и воздействием на воду электромагнитной индукции в результате прохождения воды через сопло Лавала образуются, развиваются и затем схлопываются в воде миллионы микропузырьков размером 1–3 мкм (кавитонов), заполненных паром или газом и имеющих значительную площадь химически активной поверхности. Вода в АТП-ТермаРОН при этом меняет цвет и из прозрачной превращается в белую или бурую, в зависимости от состава содержащихся в растворе солей. При схлопывании кавитонов происходит экзотермический распад перекиси водорода и озона с выделением дополнительной тепловой энергии. В результате в молекулярном реакторе АТП-ТермаРОН температура воды постепенно повышается до заданных автоматикой значений, равных $+60...+70^{\circ}C$ и более. Этого достаточно для отопления зданий через теплообменники и обеспечения их горячим водоснабжением.

Следует отметить, что данный синергетический эффект по образованию тепла продолжает действовать и после отключения молекулярного реактора АТП-ТермаРОН от электрической сети, в результате чего температура воды в устройстве ещё некоторое время продолжает увеличиваться [2, 4].



Фото 6. АТП-ТермаРОН на объекте (общезитие) Государственного университета «Дубна»



В целях общественного обсуждения эффективности теплогенератора АТП-ТермаРОН и механизмов генерации избыточной энергии в молекулярных реакторах, авторы в течение последнего года приняли участие с докладами в более чем 30 международных, национальных и отраслевых форумах и конференциях. Ниже приведём только несколько из них.

26 августа 2020 года

Доклад «Энергоэффективное автономное инновационное оборудование на базе тепловых генераторов АТП-ТермаРОН для стабильной работы командных пунктов и учебных заведений» был представлен на круглом столе в рамках Международного военно-технического форума «Армия-2020».

В обсуждении приняли участие руководители Международного центра поддержки и развития предприятий промышленности (МЦПП), специалисты Штаба материально-технического обеспечения (МТО) МО РФ, представители структур ФСБ, ФСИН, 20 ЦПИ, учебных заведений, предприятий промышленности, энергетики и ЖКХ.

При схлопывании кавитонов происходит экзотермический распад перекиси водорода и озона с выделением дополнительной тепловой энергии. В результате в молекулярном реакторе АТП-ТермаРОН постепенно повышается температура воды до заданных автоматикой значений, равных $+60...+70^{\circ}C$ и более

4–6 сентября 2020 года

Выступление с презентацией результатов практического внедрения инновационной высокоэнергоэффективной экологически безопасной технологии на базе АТП-ТермаРОН на панельной дискуссии «Использование инновационных систем и технологий при проектировании и строительстве зданий и сооружений» в рамках VI Всероссийского форума «Энергоэффективная Россия».

В обсуждении приняли участие руководители Национального объединения организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (НОЭ), Национального объединения изыскателей и проектировщиков (НОПИЗ), представители Государственной Думы ФС РФ, аппарата Правительства РФ, Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, Государственной корпорации «Фонд содействия реформированию ЖКХ», ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, Ассоциации региональных операторов капитального ремонта МКД, Международной ассоциации фондов жилищного строительства и ипотечного кредитования, Российской ассоциации малой энергетики, АС «АВОК Северо-Запад» и многих других организаций.

По результатам панельной дискуссии участниками форума был выработан ряд решений, среди которых — при реализации пилотных проектов по внедрению энергосберегающих технологий при строительстве и реконструкции энергоэффективных жилых домов особое внимание уделять внедрению отечественных прорывных технологий, таких как АТП-ТермаРОН. Резолюция форума будет направлена в федеральные органы исполнительной и законодательной власти.

10 сентября 2020 года

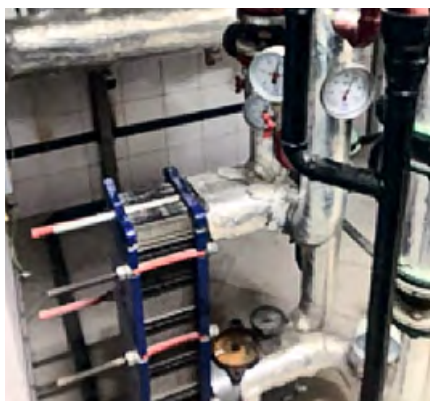
Состоялась презентация АТП-ТермаРОН в составе учебно-научной лаборатории энергосберегающих инновационных технологий на объекте «Общезитие профессорско-преподавательского состава «Государственного университета «Дубна» (фото 6).

Для участия были приглашены представители: региональных и местных органов власти, аппарата Правительства РФ, Национального объединения энергосбережения, ФАНУ «Востокгосплан», «Внешэкономбанк-инфраструктура», НП «Национальный центр общественного контроля в сфере ЖКХ «ЖКХ контроль», проектно-офиса «Энергоэффективность» ПАО «Ростелеком», холдинга «Интер РАО», концерна «Росэнергоатом», компании «Ростелеком», компании «Русатом», Федеральной энергосервисной компании «ФЭСКО» (учреждена Минэнерго РФ), ГУП МО «Мособлгаз», АО «НПП «Интеграл», Московского физико-технического института (МФТИ), Центра энергоменеджмента и энергосберегающих технологий Национального исследовательского университета Московского энергетического института (НИУ МЭИ) и других организаций.

За создание этой лаборатории и раскрытие принципов получения избыточной тепловой энергии от гидролиза, магнитного резонанса и кавитации воды «Университет «Дубна» совместно с компанией ООО «ЭкоМИРТ» получили специальный диплом Международной премии «Малая энергетика — большие достижения», а ГБУ «Агентство инноваций города Москвы» по итогам конкурса среди более 50 производителей инновационной продукции в сфере строительства присудило АТП-ТермаРОН первое место и выдало сертификат на его включение в Московский строительный каталог (МТСК).

«Университет «Дубна» не случайно был выбран для проведения исследований процессов точечного гидролиза, кавитации, магнитного резонанса молекул воды и их синергии, проходящих внутри АТП-ТермаРОН. В его стенах до 27 декабря 2019 года работал и ставил свои уникальные эксперименты по воздействию электротока на воду к.л.-м.н., доцент В.А. Кривицкий. Он выдвинул концепцию ядерной диссоциации химических элементов [16, 17]. В её основу положен универсальный резонансный принцип Гюйгенса — принцип синхронизации и самоорганизации вещества макросистем. Из него следует, что элементарные частицы, атомные ядра, молекулы в органических соединениях имеют гомологические конструкции, основанные на одних и тех же фундаментальных физических законах, а соответствующие частоты, скорости, импульсы и энергии движения в них квантованы, соизмеримы и синхронизированы [16, 17].

Этот принцип позволяет обосновать выделение избыточной энергии при воздействии электрического тока и магнитного резонанса на воду, в результате чего



❖ Фото 7. Теплообменник в туристическом отеле Grand Hotel Anapa (г. Анапа)

идёт интенсивный разрыв химических связей O–H с выделением 116 ккал тепла.

Тепловыделению также способствуют протекающие при гидролизе процессы образования, роста и схлопывания микропузырьков кавитонов, что сопровождается экзотермическим разложением образовавшейся в них перекиси водорода на воду и кислород и разложением озона с выделением тепла. В рамках лаборатории энергосберегающих инновационных технологий Университета «Дубна» будут продолжены исследования механизмов генерации избыточного тепла, организован постоянного мониторинг внешней и внутренней температуры, потребления электроэнергии и генерации тепла в здании, где установлен АТП-ТермаРОН, с демонстрацией данных в реальном режиме времени на специальном сайте.

21–22 сентября 2020 года

В новом современном Grand Hotel Anapa в городе Анапе при поддержке Торгово-промышленной палаты РФ и секции по энергосбережению Экспертного совета Комитета по жилищной политике и ЖКХ Государственной Думы ФС РФ компания «Профконгресс» провела Всероссийскую конференцию профессионалов индустрии туризма. В конференции приняли участие представители Комитета ТПП РФ по предпринимательству в сфере туризма, подразделения «Градостроительство» компании «Дом.РФ», Российского союза туристической индустрии, Ассоциации оздоровительного туризма и корпоративного здоровья, Федерации рестораторов и отельеров России, Российской муниципальной академии, руководители предприятий туризма и инфраструктурных объектов, девелоперских и инвестиционных компаний из 22 регионов России.

Конференция отличалась содержательными докладами. В своём выступлении начальник Управления государственных туристических проектов и безопасности туризма Федерального агентства по туризму (Ростуризм) Елена Лысенкова рассказала о возможностях для делового

сообщества участвовать в государственных программах по развитию внутреннего и въездного туризма. Она анонсировала старт конкурса грантов на поддержку проектов в сфере внутреннего туризма. Претендовать на получение субсидии могут только российские юридические лица и индивидуальные предприниматели. Получатель гранта должен будет вложить в свой проект собственные средства (не менее 30% от объёма запрашиваемого гранта). Максимальная сумма гранта не должна превышать 3 млн руб.

В своём докладе о новых технологиях привлечения инвестиций и энергоэффективного строительства объектов индустрии туризма один из авторов данной статьи (В.С. Казейкин) особо остановился на инновационном импортозамещающем высокоэнергоэффективном автономном тепловом пункте модульного типа АТП-ТермаРОН. Он может быть эффективно использован для отопления, ГВС и подогрева бассейнов, снижая в два-три раза стоимость тепловой энергии.

Заслушав наши доклады, руководители четырёх туристических отелей из разных городов России: Grand Hotel Anapa, отель «Империал» (посёлок Абрау Дюрсо), отель «Кристалл» (Геленджик) и пансионата «Соловей» (Анапа) приняли решение подать заявки на конкурс в Федеральное агентство по туризму по направлению: приобретение оборудования в целях обеспечения эксплуатации туристических объектов. Это оборудование планируется установить в бассейнах (фото 7).

Проблема заключается в том, что температура теплоносителя, поступающего от городских теплосетей в отели, не превышает +70°C, а когда по внутренним сетям он доходит до бассейнов, то охлаждается до +50°C. Этого явно недостаточно для создания комфортной температуры воды, особенно в зимний период.

Установка оборудования в виде АТП-ТермаРОН прямо на бассейны устраняет потери в теплосетях и обеспечивает температуру теплоносителя до +95°C. Также использование экологически безопасного оборудования примерно в два-три раза снижает стоимость самого тепла и обеспечивает экономию средств. Это позволяет сделать все четыре отеля круглогодичными, что приведёт к увеличению туристического потока, обеспечит рост численности сотрудников, позволит людям с ограниченными возможностями всевозможными способами использовать бассейны в целях оздоровления и реабилитации, а полученная экономия средств даёт возможность уменьшить стоимость турпакетов для этой категории граждан.

25 сентября 2020 года

В Общественной палате РФ состоялось заседание «круглого стола» на тему «Роль органов государственной власти субъектов РФ и органов местного самоуправления в формировании и реализации жилищной политики, её формы и методы» с участием председателей комитетов Государственной Думы ФС РФ, руководителей комитетов Совета Федерации РФ, Министерства строительства и ЖКХ РФ, Государственной корпорации «Фонд содействия реформированию ЖКХ», Акционерного общества «Дом.РФ», Общественного совета Министерства строительства и ЖКХ РФ, НП «Национальный центр общественного контроля в сфере ЖКХ «ЖКХ Контроль», комиссии Общественной палаты РФ по ЖКХ, строительству и дорогам, Счётной палаты РФ, законодательных и исполнительных органов государственной власти из более 30 субъектов РФ, научного и экспертного сообществ, а также представителей застройщиков и общественных объединений.

В ходе мероприятия участники обсудили вопросы совершенствования жилищного законодательства в целях создания условий для обеспечения комфортным жильём граждан, привлечения инвестиций в жилищное строительство, внедрения новых инновационных и энергоэффективных технологий и другие вопросы. В своём докладе «Практика организации взаимодействия с государственными органами региональной власти при реализации комплексных проектов энергоэффективного малоэтажного жилищного строительства» В.С. Казейкиным были показаны практические результаты комплексного освоения территорий площадью до 367 га со строительством до 4600 малоэтажных домов, использования при строительстве инновационных, экологически безопасных и энергосберегающих технологий. Особое внимание им было уделено возможностям использования не-

В настоящее время начинается реализация пилотных проектов внедрения АТП-ТермаРОН в рамках региональных программ энергосбережения и модернизации объектов ЖКХ

имеющего аналогов в мире АТП-ТермаРОН для его применения при новом строительстве, реновации и реконструкции жилого фонда, энергоэффективном капитальном ремонте. На практических примерах было показано, как с использованием АТП-ТермаРОН можно в два-три раза снизить стоимость отопления и ГВС, тем самым удешевив коммунальные услуги для граждан нашей страны.

5–9 октября 2020 года

В Санкт-Петербурге прошёл Международный жилищный конгресс 2020, на котором было зарегистрировано 3500 участников и проведено более чем 400 мероприятий. Тема практического применения АТП-ТермаРОН для экологически безопасного и энергоэффективного жилищного строительства была поднята на пленарном заседании и на конференции «Малоэтажное загородное строительство: инвестиции, девелопмент, маркетинг».

22–23 октября 2020 года

В Перми прошёл VII Межрегиональный форум «ЖКХ — новое качество. Муниципальная повестка». В нём приняли участие более 340 человек из 17-ти регионов РФ.

На открытии форума выступили: заместитель председателя комиссии по ЖКХ Государственной Думы ФС РФ Павел Качкаев; первый заместитель председателя Комитета Государственной Думы ФС РФ по федеративному устройству и вопросам местного самоуправления Игорь Сапко; депутат Государственной Думы ФС РФ Игорь Шубин; председатель Пермской городской Думы, региональный координатор

проекта «Городская среда»; руководитель регионального отделения «ЖКХ Контроль» Михаил Борисов; заместитель главы администрации города Перми Игорь Субботин; председатель комиссии по ЖКХ, строительству и дорогам Общественной палаты Российской Федерации, заместитель председателя Общественного совета Министерства строительства и ЖКХ РФ, исполнительный директор НП «ЖКХ Контроль» Светлана Разворотнева; председатель секции по энергосбережению Экспертного совета комитета по жилищной политике и ЖКХ Государственной Думы ФС РФ, член рабочей группы по строительству Экспертного совета Правительства РФ, эксперт комиссии по ЖКХ, строительству и дорогам Общественной палаты РФ Валерий Казейкин.

На совещании «Совершенствование стандартов комплексной жилой застройки», на пленарном заседании Межрегионального форума «ЖКХ — новое качество», а также на блиц-дискуссии «Цифровизация и энергоэффективность» говорилось о необходимости использования АТП-ТермаРОН для повышения энергоэффективности в городском и индивидуальном жилищном строительстве.

В заключение конференции Игорь Сапко предложил провести расширенное обсуждение возможности практического применения АТП-ТермаРОН с приглашением членов Комитета по жилищной политике и ЖКХ и Фонда ЖКХ в Общественной палате на базе Комиссии по ЖКХ, строительству и дорогам Общественной палаты Российской Федерации.

В настоящее время с учётом опыта, полученного на объектах АО «Саханефтегазсбыт», ГУП МО «Мособлгаз» и «Федеральной энергосервисной компании», начинается реализация пилотных проектов внедрения АТП-ТермаРОН в рамках региональных программ энергосбережения и модернизации объектов жилищно-коммунального хозяйства. ●

1. Толстолугов В.А., Казейкин В.С. О молекулярном генераторе тепловой энергии нового поколения АТП-ТермаРОН // Журнал СОК, 2019. №10. С. 88–92.
2. Казейкин В.С., Толстолугов В.А., Петров В.А. Энергоэффективность в 2020 году. Новые нормативные акты и новые высокоэффективные технологии // Инженерные системы, 2020. №1. С. 14–20.
3. Казейкин В.С., Толстолугов В.А. Энергоэффективность: новый мировой тренд. Часть 1 // Региональная энергетика и энергосбережение: Информационно-аналитический журнал, 2020. №1. С. 104–107.
4. Казейкин В.С., Толстолугов В.А. Энергоэффективность: новый мировой тренд. Часть 2 // Региональная энергетика и энергосбережение, 2020. №2. С. 84–89.
5. Казейкин В.С. Малоэтажное строительство — залог повышения доступности и качества жилья [Электр. текст]. Портал «Единый ресурс застройщиков». Институт развития строительной отрасли. Режим доступа: erzgf.ru. Дата обращения: 30.04.2020.

6. Казейкин В.С. Теория и практика внедрения высокоэффективных технологий в строительстве на основе теплогенераторов «ТермаРОН»: Монография / В.С. Казейкин, В.А. Толстолугов, И.И. Толстолугова. — М.: Инфра-М, 2020. 300 с.
7. Электрические котлы отопления: обзор трёх основных видов и их особенностей [Электр. текст]. Портал «Строительные коммуникации». Режим доступа: stroy-aqua.com. Дата обращения: 07.05.2020.
8. Электродные котлы отопления [Электр. текст]. Портал ООО «Котерм». Режим доступа: koterm.ru. Дата обращения: 07.05.2020.
9. Тепловые насосы. Виды и устройство. Работа и применение [Электр. текст]. Портал «Электросам.Ру». Режим доступа: electrosam.ru. Дата обращения: 25.04.2020.
10. Самин Д.К. 100 великих научных открытий / Под общ. ред. Д.К. Самина. — М.: Вече, 2002. 480 с.
11. Базиев Д.Х. Основы единой теории физики. — Нальчик: Педагогика, 1994. 640 с.

12. Химики увидели сверхбыстрое рождение ионов при радиоллизе воды [Электр. текст]. Портал «Индикатор». Режим доступа: indikator.ru. Дата обращения: 30.04.2020.
13. Yan-Wei Li, Chandan K. Mishra, Zhao-Yan Sun. Long-wavelength fluctuations and anomalous dynamics in 2-dimensional liquids. Proc. of the National Academy of Sciences. November 12, 2019. No. 116(46). Pp. 22977–22982.
14. Artemov V.G., Uykur E., Kapralov P.O., Kiselev A., Stevenson K., Ouerdane H., Dressel M. Anomalously high proton conduction of interfacial water. Journal of Physical Chemistry Letters. April 24, 2020. No. 11(9). Pp. 3623–3628.
15. Zare R. Production of hydrogen peroxide enabled by microdroplets. Proc. of the National Academy of Sciences. September 24, 2019. No. 116(39). Pp. 95–97.
16. Кривицкий В.А. Единая теория развития Земли: Монография. — М.: Спутник+, 1999. 203 с.
17. Кривицкий В.А. Парадоксы трансмутации и развитие Земли. Неочевидные доказательства: Монография. — М.: Академика, 2016. 237 с.

PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

The combined technology for trenchless pipeline rehabilitation. Pp. 12–14.

Vladimir A. Orlov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Water Supply and Wastewater Disposal; **Maria A. Inshakova**, student, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. Shlychkov D.I. *Tehniko-jekonomicheskaja ocenka nestruturnogo vosstanovlenija truboprovodov sistem vodosnabzhenija v sovremennyh jekonomicheskikh uslovijah* [Technical and economic assessment of non-structural rehabilitation of pipelines of water supply systems in modern economic conditions]. *Innovacii i investicii* ["Innovation and investment" Magazine]. 2019. No. 10. Pp. 268–271. [In Russian]
2. Shlychkov D.I. *Problemy tehničeskogo sostojanija dejstvujushih truboprovodnyh sistem* [Problems of the technical condition of existing pipeline systems]. *Innovacii i investicii* ["Innovation and investment" Magazine]. 2020. No. 4. Pp. 207–209. [In Russian]
3. *EMISS. Gosudarstvennaja statistika* [Unified Interdepartmental Information and Statistical System. Statistics of the Russia Federation]. *Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki* [Federal State Statistics Service of Russia]. Web-source: fedstat.ru. Access data: October 10, 2020. [In Russian]
4. Romanov N.R. *Nizkaja nadezhnost', otkazy i rekonstrukcija inženernyh setej* [Low reliability, failures and reconstruction of engineering networks]. *Mezhd. zhurnal prikladnyh nauk i tehnologii "Integral"* [International Journal of Applied Sciences and Technologies "Integral"]. 2020. No. 3. Pp. 54–58. [In Russian]
5. Judina A.F., Kobelev E.A. *Innovacionnye tehnologii bestranshejnoj prokladki novyh i remonta staryh inženernyh setej* [Innovative technologies for trenchless laying of new and repair of old engineering networks]. *Vestnik grazhdanskikh inženierov* [Bulletin of Civil Engineers]. 2017. No. 3. Pp. 101–108. [In Russian]
6. Orlov V.A., Hrenov K.E., Orlov E.V. *Inženerno-tehnologičeskaja rekonstrukcija sistem vodosnabzhenija i vodootvedenija: Učebnik* [Engineering and technological reconstruction of water supply and sewerage systems: A textbook for universities]. Moscow. *Izd-vo ASV* [Publishing House of the Association of Construction Universities]. 2019. Pp. 120–191. [In Russian]
7. Structural Technologies: Making Structures Stronger & Last Longer. Structural Technologies offers engineered products and solutions to make civil and structural infrastructure stronger and last longer. For existing infrastructure, Structural Technologies' product solutions, strengthen, repair deterioration and protect structures to extend their life: structural Strengthening, corrosion control, pipe rehabilitation, post-tensioning repair, moisture control, seismic retrofit & repair, concrete repair materials, force protection, precast equipment foundations. For new construction, Structural Technologies' product solutions improve the performance, and extend the life of structures, as well as correct construction defects: post-tensioning systems, structural strengthening, shear reinforcement, barrier cable, prestressed concrete tanks, stay cable system, bridge erection & construction systems, precast equipment foundations, force protection. Structural Group Inc. Web-source: structuraltechnologies.com. Access data: October 5, 2020.
8. Aguiar L., Pridmore A. Using StrongPIPE Hybrid FRP for PCCP Rehab in Miami-Dade System. Proc. of Large Pressure Pipe Structural Rehabilitation Conference. Water Research Foundation. Los Angeles, US. January, 2016. 24 p.

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

Reliability and efficiency of energy sources in heat supply system. Pp. 30–34.

Vladimir A. Bulavin, PhD, General Director of "Innovative technologies — Energy", LLC (Belgorod city)

1. Ju.E. Nikolaev, A.B. Dubinin, I.A. Vdovenko. *Povyshenie jeffektivnosti kommunal'nyh sistem teplosnabzhenija malyh gorodov Rossii putem sooruzhenija TJeC s gazoturbinnymi i gazoporshnevnyimi ustanovkami* [Increasing the efficiency of communal heat supply systems in small towns in Russia by constructing a thermal power plant, with gas turbine and gas piston units]. *Novosti teplosnabzhenija* ["Heat supply news" Magazine]. 2013. No. 11. Pp. 6–8. [In Russian]
2. S.A. Chistovich, C.Ja. Godina. *100 let teplofikacii i centralizovannomu teplosnabzheniju v Rossii. Sbornik statej pod red. V.G. Semenova* [100 years of district heating and district heating in Russia. Coll. vol. edited by V.G. Semenov]. Moscow. *Novosti teplosnabzhenija* ["Heat supply news" Magazine]. 2003. Pp. 94–104. [In Russian]
3. *Prezidium CK KPSS. 1954–1964. Chernovye protokolye zapisi zasedanij. Stenogrammy. Postanovlenija* [Presidium of the Central Committee of the Communist Party of the Soviet Union. 1954–1964. Draft minutes of sessions. Transcripts and resolutions]. Vol. 1. A.A. Fur-senko as editor-in-chief. Moscow. *ROSSPJeN* ["Russian Political Encyclopedia" Publishers]. 2003. 398 p. [In Russian]
4. V.Sh. Akerman, V.A. Braginskij, M.M. Volynskij et al. *Parovaja turbina K-160-130 HTGZ* [K-160-130 steam turbine of Kharkov Turbine Generator Facility]. Edited by S.P. Sobolev. Moscow. *Jenergija* ["Energy" Publishers]. 1980. 188 p. [In Russian]
5. V.A. Bulanin, N.L. Barmin. *Rekonstrukcija Tashkentskoj GRJeS s cel'ju ee ispol'zovanija dlja teplofikacii Tashkenta* [Reconstruction of the Tashkent state district power plant to use it for Tashkent heating]. *Jelektricheskie stancii* ["Electric power plants" Magazine]. 1986. No. 9. Pp. 36–40. [In Russian]
6. V.A. Bulanin, N.L. Barmin. *Rezhimy raboty kondensatorov turbin K-160-130 pri ih ispol'zovanii dlja podogreva podpitocnoj vody teploti* [Modes of operation of condensers of K-160-130 steam turbines when used for heating the make-up water of the heating system]. *Jelektricheskie stancii* ["Electric power plants" Magazine]. 1987. No. 2. Pp. 25–29. [In Russian]
7. M.E. Orlov, M.M. Zamaleev, A.V. Kuz'min, V.I. Sharapov. *O celesoobraznosti i vozmozhnosti podogreva vody dlja sistem teplosnabzhenija za schet ispol'zovanija teploty osnovnogo kondensata teplofikacionnyh turbin* [On the feasibility and possibility of heating water for heat supply systems through the use of heat from the main condensate of heating turbines]. *Nadezhnost' i bezopasnost' jenergetiki* ["Energy reliability and safety" Magazine]. 2018. No. 11. Pp. 117–125. [In Russian]
8. V.A. Bulanin. *Jenergetičeskij balans teplovoj jelektrostanicii. Učebnoe posobie* [Energy balance of a thermal power plant. A tutorial]. Tashkent. *TTU* [Tashkent Technical University]. 1989. 64 p. [In Russian]
9. G.A. Sobol'. *Aktual'noe interv'ju. Zerno racional'nosti* [A topical interview. The seed of rationality]. *Nasha gazeta* (OAO "Belgorodjenergo") [Our newspaper ("Belgorodenergo", JSC)]. 2002. No. 15. [In Russian]
10. Ju.E. Nikolaev, I.A. Vdovenko, A.B. Dubinin. *Termodinamicheskij i jekonomicheskij analiz jeffektivnosti malyh teplofikacionnyh ustanovok dlja sistem jenergosnabzhenija gorodov* [Thermodynamic and economic analysis of the efficiency of small heating plants for power supply systems of cities]. *Trudy Akademjenergo* ["Transactions of Academenergo" Scientific Journal]. 2017. No. 2. Pp. 61–70. [In Russian]





Санкт-Петербург
Park Inn Прибалтийская



XIX МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. XXI ВЕК

АРХИТЕКТУРА. ИНЖЕНЕРИЯ. ЦИФРОВИЗАЦИЯ. ЭКОЛОГИЯ

19 НОЯБРЯ
2020



Энерго
Эффективность
XXI век

ОРГАНИЗАТОРЫ



КОНСОРЦИУМ
ЛОГИКА® ТЕПЛО ЭНЕРГО **МОНТАЖ**
EX PROFESSE – CO ZNANIEM DEŁA



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР

Строительный
ЕЖЕНЕДЕЛЬНИК

РЕГИСТРАЦИЯ НА КОНГРЕСС

www.ee21.ru

25

ЮБИЛЕЙНАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

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

0+

aqua THERM MOSCOW

2–5 февраля 2021

Крокус Экспо, Москва

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



Промокод: **СОК**

Developed by



Организаторы



Специализированные разделы

WORLD OF
WATER & SPA



• Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Тверь • Тула • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Чебоксары • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Пенза • Саратов • Саранск • Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Тверь • Орёл • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Чебоксары • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Пенза • Саранск • Саратов • Москва • Санкт-Петербург • Брянск • Владимир • Калуга • Смоленск • Воронеж • Тверь • Липецк • Тула • Рязань • Великий Новгород • Чебоксары • Набережные Челны • Казань



LUNDA

для профессионалов

Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Пенза • Саратов • Саранск • Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Казань • Владимир • Воронеж • Великий Новгород • Калуга • Петрозаводск • Липецк • Рязань • Казань • Чебоксары • Набережные Челны • Тверь • Уфа • Тула • Ростов-на-Дону • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Сочи • Пенза • Владимир • Нижний Новгород • Саранск • Москва • Санкт-Петербург • Саратов • Белгород • Брянск • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Чебоксары • Тверь • Тула • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Брянск • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск •