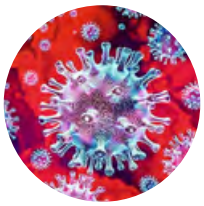
№03 (219) **МАРТ 2020**

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
ОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

САНТЕХНИКА • ОТОПЛЕНИЕ • КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ • ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ • ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА

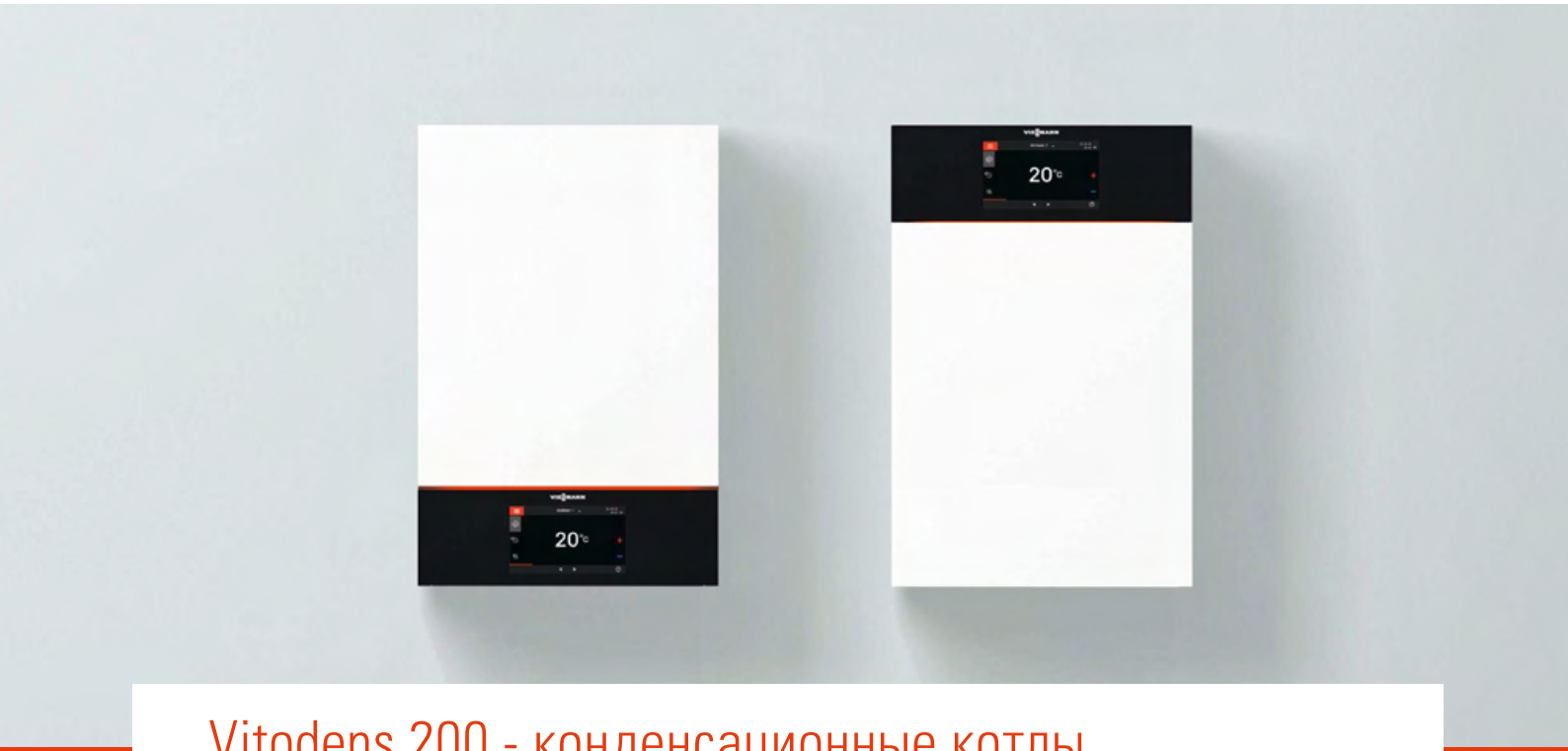


14 Техника ВиК в борьбе с COVID-19

40 Учёт теплоты на отопление в МКД

42 ИТП и качество показателей теплоснабжения

20 Энерго-эффективность XXI век



Vitodens 200 - конденсационные котлы нового поколения

- Долгий срок службы и высокая эффективность благодаря проверенному годами теплообменнику Inox-Radial из нержавеющей стали
- Новая горелка MatriX Plus с модуляцией 1:17 при максимально стабильном пламени
- Система контроля сжигания Lambda Pro Plus автоматически подстраивающаяся под все типы газа
- Новая электронная платформа с флуоресцентным световодом
- Интегрированный модуль WiFi для подключения к Интернету
- Простой ввод в эксплуатацию с помощью приложения ViStart App
- Сниженное количество запасных частей благодаря их унификации

ООО "Виссманн"
www.viessmann.ru | Тел.: +7 495 663 21 11

VIESMANN

Реклама

www.navien.ru

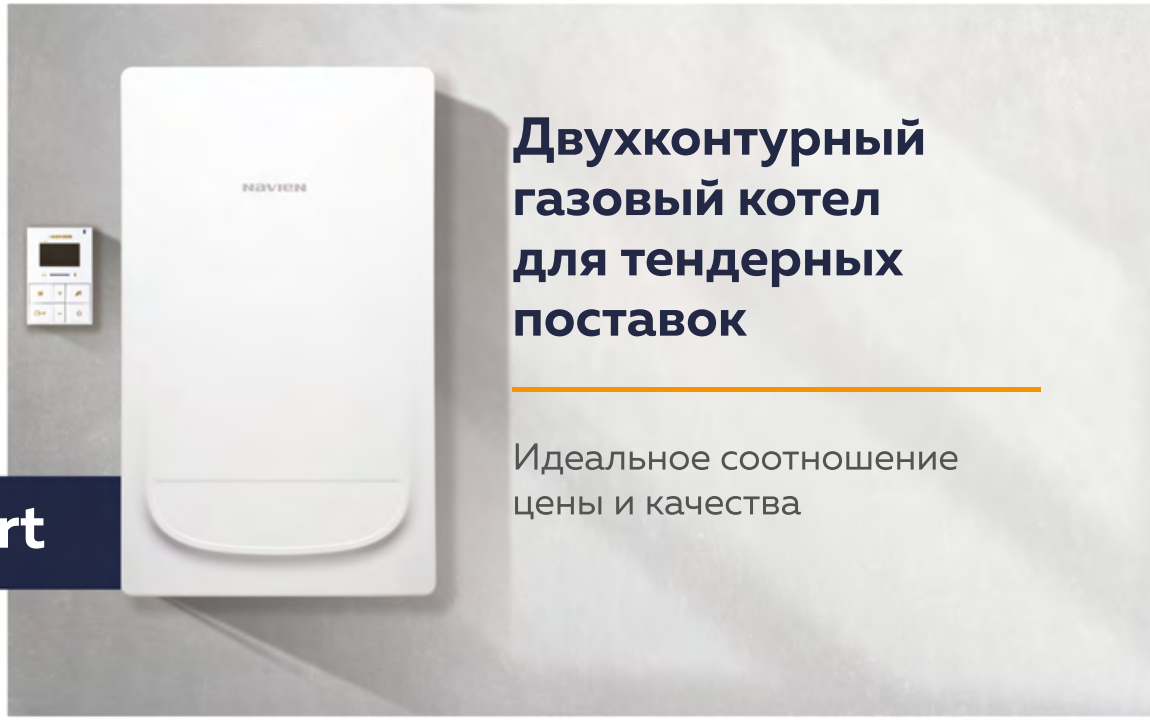
Семейство NAVIEN DELUXE –

Deluxe S

Чемпион продаж 2.0
Мы улучшили все.

Европейский тип расположения гидравлической группы

Deluxe Expert



Двухконтурный газовый котел для тендерных поставок

Идеальное соотношение цены и качества

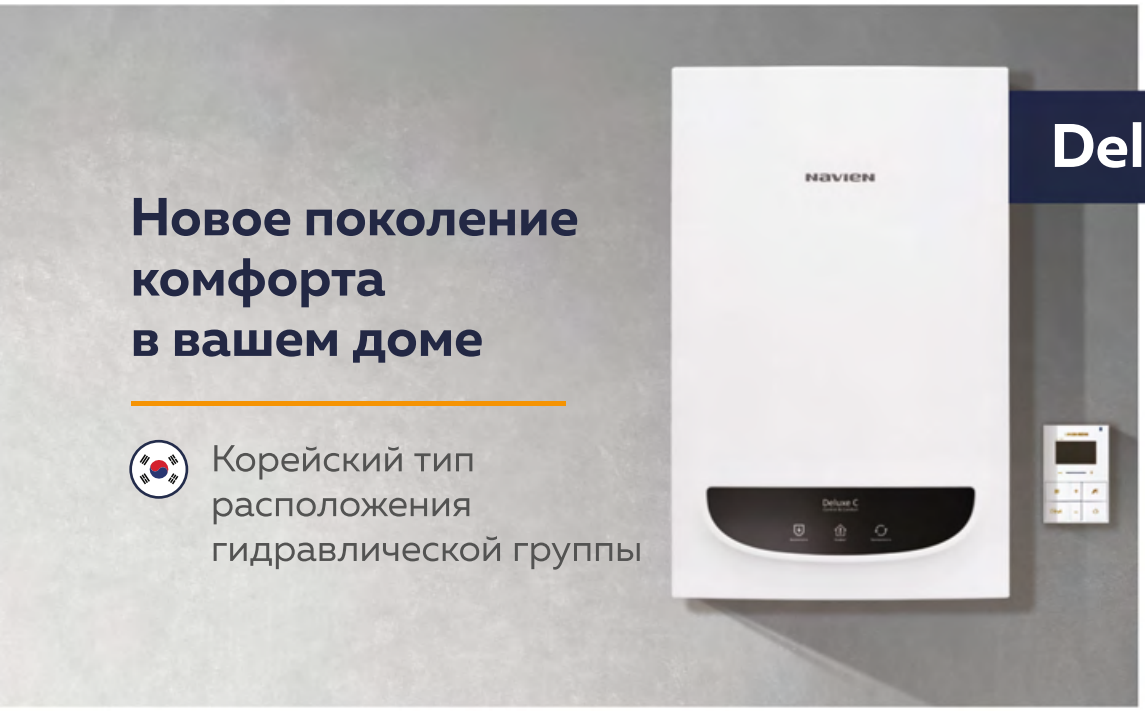
На правах рекламы

NAVIEN – единственный бренд в сегменте газовых котлов, трижды подряд признанный потребителями Народной Маркой №1 в России.

***Многолетний лидер продаж!**
ООО «Навиен Рус» **5 лет** подряд занимает первое место по продажам в сегменте настенных газовых котлов, согласно статистическим данным исследований российского рынка отопительной техники ООО «Литвинчук Маркетинг» за 2014-2018 гг..

самые продаваемые настенные газовые котлы в России*

navien



Deluxe Comfort

Новое поколение комфорта в вашем доме

Корейский тип расположения гидравлической группы

Одноконтурный газовый котел для тендерных поставок

Вы просили – мы сделали! Сенсорная панель управления.

Deluxe One

За **10 лет** в России установлено **1 000 000** настенных котлов, представленных только одним брендом.

100% - Made in Korea. Все котлы и комплектующие к ним производятся исключительно на собственных заводах в Южной Корее и всегда проходят контроль качества.

СОДЕРЖАНИЕ

март 2020

Коронавирусная инфекция и системы вентиляции общественных зданий

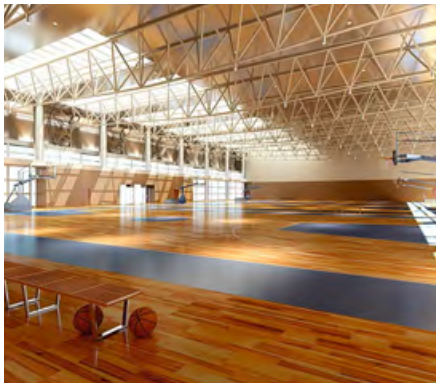
Системы вентиляции, предназначенные для создания комфортного и безопасного микроклимата, могут выполнять обратную функцию — способствовать быстрому распространению заражения. Что необходимо сделать при проектировании безопасных систем подачи и удаления воздуха, рассказывается в этой статье.

10

Оборудование систем ВиК в борьбе с COVID-19

Ситуация с коронавирусом показала, что мир не готов к пандемии. Этот опыт заставит людей задуматься, сделать выводы, и, будем надеяться, они станут умнее и бдительнее. Важная часть безопасности — совершенные системы вентиляции и кондиционирования. Эксперты рассказали о своём отношении к проблеме и о возможностях техники.

14



О проектировании систем ОВиК детских и спортивных учреждений

Техническое задание — это документ, обозначающий основные требования заказчика к разработанным комплектам проектной и рабочей документации. В статье показаны типовые требования технического задания для здания с учебными аудиториями и помещениями для занятия физической культурой и спортом.

34

Всегда ли целесообразен поквартирный учёт теплоты на отопление в МКД?

Целесообразность систем отопления с поквартирным учётом тепловой энергии в МКД южных районов нужно подтверждать технико-экономическим расчётом. Причём расчёт теплопотребления каждой квартиры правильнее вести пропорционально расчётным тепловым потерям через наружные ограждения.

40

Энергетика и дисперсность тумана от ультразвукового увлажнителя

До сих пор при описании тумана, полученного распылением воды в ультразвуковом фонтане, исследователи наиболее часто оперируют данными, полученными при изучении изменённого «вторичного» спектра капель, но не уделяют должного внимания столь значимой кавитационной составляющей...

56

Обзор событий RAWI Forum 2020

В Москве прошёл Международный форум по ветроэнергетике RAWI Forum 2020. В его работе приняли участие около 300 человек из 20 стран. Это компании-производители оборудования, поставщики комплектующих, проектные организации, компании, предоставляющие услуги технического обслуживания, сетевые, логистические и другие организации.

62

Ежемесячный отраслевой журнал
№ 1888 в Перечне ВАК Министерства образования и науки РФ (от 21.11.2019)
Учредитель и издатель:
ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»
Директор:
Константин Михасев
Главный редактор:
Александр Гудко
Технический редактор:
Сергей Брух
Руководитель отдела рекламы:
Татьяна Пучкова
Ответственный секретарь:
Ольга Юферева
Дизайн и верстка:
Роман Головко

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

Адрес редакции:
143085, Московская обл., Одинцовский р-н, раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2
Тел/факс: +7 (499) 967-77-00
E-mail: *media@mediatechnology.ru*
Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС77-56668.
Перепечатка фотоматериалов и статей допускается лишь с письменного разрешения редакции и обязательной ссылкой на журнал (в том числе в электронных СМИ). Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Редакция не несет ответственности за информацию, содержащуюся в рекламных объявлениях.
Адрес в Интернете:
www.c-o-k.ru, www.forum.c-o-k.ru
Отпечатано в типографии:
«Тверской Печатный Двор», Россия.
Тираж 15 000 экз., цена свободная.
С.О.К.® — зарегистрированный торговый знак.
ISSN 1682-3524

219-й номер
Март 2020

Новости 4

Главное

Коронавирусная инфекция и системы вентиляции общественных зданий 10

Оборудование для систем вентиляции и кондиционирования как инструмент противодействия распространению COVID-19 14

События

Конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология» 20

Сантехника и водоснабжение

Способы повышения эффективности работы многонасосных станций с использованием средств автоматического контроля и управления 22

Моделирование в COMSOL Multiphysics условий армирования углепластиком изделий для ЖКХ 26

Отопление и ГВС

Новая линейка конденсационных котлов Vitodens: новая горелка, запуск со смартфона, улучшенная эргономика 32

Специфика составления задания на проектирование раздела ОВиК объектов детских и спортивных учреждений 34

Как бы «европейский» газовый котёл из... 38

Всегда ли целесообразен поквартирный учёт теплоты на отопление в современных жилых домах? 40

Вспомогательное оборудование ИТП, позволяющее обеспечить качественные показатели теплоснабжения 42

Использование газовых турбин для комбинированного производства энергии 46

Зависимость теплотехнической однородности наружных стен жилых зданий от их геометрических характеристик и климатических параметров 52

Кондиционирование и вентиляция

Энергетика и дисперсность тумана, образованного ультразвуковым увлажнителем 56

Энергосбережение и ВИЭ

Итоги года. Компания «Микроарт» 60

Обзор RAWI Forum 2020 62

В тренде — эффективность генерации 68

Геотермальные электростанции России 72

References 78

Одной строкой

- Grundfos стал обладателем премии «Партнёр года 2020», присуждаемой датским представительством компании Microsoft. Награда вручена концерну за достижения в области использования цифровых технологий для своего оборудования.
- LG Electronics стала победителем спецноминации «За диджитализацию коммуникаций как инструмент PhilTech» конкурса АКМР «Лучшее корпоративное видео России 2020». Церемония награждения прошла в рамках IX Московского международного фестиваля «Корпоративное видео: успехи и достижения».
- Zehnder расширила гарантию на радиаторы. Десятилетняя гарантия распространяется на все радиаторы, реализованные потребителю с 1 января 2020 года.
- Компания «БРИЗ — Климатические системы» стремится к максимальной доступности для клиентов и обеспечивает высокий уровень сервиса. В 2020 году открылись четыре новых дистрибьюторских центра: в Санкт-Петербурге, Воронеже, Перми и Красноярске.
- В феврале 2020 года в первом чтении принят проект Федерального закона №683798-7, ограничивающего допустимый объём потерь в централизованных системах водоснабжения. Инициатива законодателей призвана снизить уровень потерь воды и затрат на её подготовку и транспортировку к потребителю.
- Депутат Госдумы РФ, член Комитета по энергетике Михаил Шеремет предложил рассмотреть Крым как пилотный регион по развитию альтернативной энергетики.
- Несмотря на успехи Китайской Народной Республики в борьбе коронавирусом, из-за бушующей в мире пандемии организаторы выставки Messe Frankfurt и CIEC GL International Exhibition Co. сегодня приняли решение отложить выставку ISH China & CIHE на неопределённый срок.
- Peikko поставила технологию Gravity Foundation для проекта ветряной электростанции Виинамяки (Финляндия). В проект входят пять новейших моделей ветрогенераторов производства Vestas. Высота на уровне ступицы каждого — 175 м (самая высокая стальная башня ветряка в мире). Обе компании — члены РАВИ.
- Адыгейская ветроэлектростанция (мощность 150 МВт) начала поставлять электричество на оптовый рынок электроэнергии и мощности. Оператором ВЭС является АО «НоваВинд», входящее в «Росатом».
- Морская инжиниринговая компания DEME и фламандская финансовая структура PMV совместно с портом Остенде (Бельгия) объявили о создании первой в мире промышленной установки по производству экологически безопасного водорода, работающей только на избытке ВИЭ-энергии, вырабатываемой ветроустановками в открытом море.

Grundfos

Преобразователи частоты CUE нового поколения

«Грундфос» вывел на рынок преобразователи частоты нового поколения Grundfos CUE, которые полностью заменят предыдущую линейку CUE. Обновлённые модели обладают расширенным функционалом и отличаются простотой и удобством монтажа.

Grundfos CUE — преобразователи частоты, которые служат для эффективного регулирования скорости вращения насосов Grundfos. Основными сферами применения Grundfos CUE являются водоотведение, водозабор, системы орошения, повышения давления, вентиляции и кондиционирования, а также опреснения воды.

Панель управления устройств стала более информативной — например, расширены возможности индикации состояния и добавлена кнопка «Избранное» для перехода в меню со всеми основными параметрами. Ещё одна полезная функция новых CUE — поддержание перепада давления с помощью двух датчиков давления вместо одного датчика перепада давления, как было в предыдущих версиях.

Преобразователи частоты Grundfos CUE доступны в исполнении с функцией безопасного отключения крутящего момента Safe Torque Off (STO). Она аппаратно отключает подачу напряжения на выходные клеммы преобразователя частоты, и насос прекращает работу. Подача питания на двигатель прекращается, при этом сохраняется питание цепей управления самого преобразователя частоты.

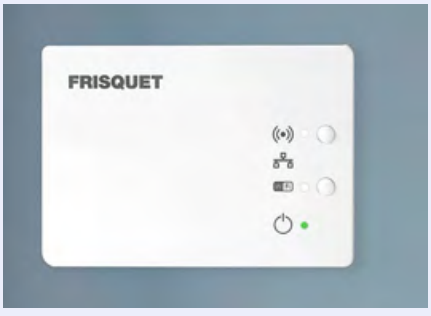
Предыдущая версия CUE снимается с производства и более недоступна для заказа.

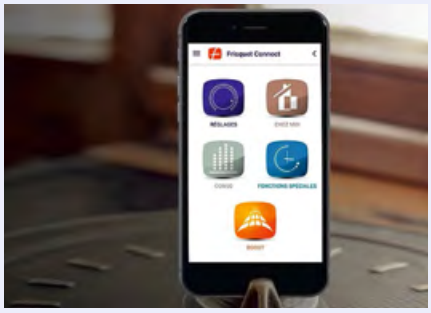
Frisquet

Система Frisquet Connect пришла в Россию

В России официально стартовали продажи системы Frisquet Connect. Она позволяет владельцам отопительных котлов данного производителя управлять ими из любого места на планете, где есть Интернет. Новая система была представлена 11–14 февраля в Москве на международном форуме Aquatherm 2020. На настоящий момент отмечается повышенный интерес к Frisquet Connect — уже продано около 40 % из первой поставки в РФ.

Для управления отопительным оборудованием удалённо домовладельцу необходимы четыре составляющих: сам котёл со встроенной автоматикой Visio, Интернет, смартфон и устройство Frisquet Connect. Этот небольшой гаджет размерами 14,8 × 6 см обеспечивает связь отопительного оборудования с мобильными приложениями, которые позволяют менять настройки котла на расстоянии.



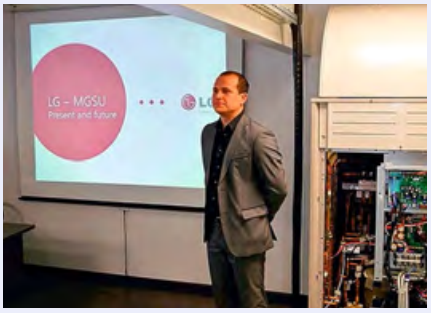


Можно задавать разные режимы: экономичный, комфортный и минимальный, устанавливая температуру для каждого в «Настройках». В приложении есть и функция почасового управления работой котла.

Устройство Frisquet Connect подключается к Интернету посредством Wi-Fi или же через кабель. Оно самостоятельно устанавливает связь с котлом и мобильным приложением для управления теплогенератором, которое нужно скачать на свой смартфон. Если у владельца не один котёл, а несколько в разных домах, все они будут отображаться в одном приложении. То же правило распространяется и на сервисных инженеров — несколько обслуживаемых объектов без труда «соседствуют» в приложении для профессионалов, покупать отдельный смартфон для каждого не придётся.

LG Electronics; НИУ МГСУ

Итоги первых пяти лет совместной работы компании LG Electronics с НИУ МГСУ



LG Electronics и НИУ МГСУ продолжают активное взаимодействие и обеспечивают площадку для проведения обучения в рамках учебных планов, реализуемых кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция» (ТГВ). Лаборатория была открыта в 2014 году и впервые создала возможность организации учебного процесса на базе инновационной площадки — инженерной лаборатории по системам кондиционирования, вентиляции и отопления при участии LG. Обучение проводится квалифицированными специалистами LG и преподавателями университета с последующим вручением сертификатов о дополнительном образовании государственного образца.

За годы работы лаборатория стала настоящей визитной карточкой МГСУ. Она гостеприимно принимает абитуриентов во время проведения Дней открытых дверей в университете, неоднократно становилась площадкой проведения международных научных форумов и является постоянным рабочим местом для десятков преподавателей профильной кафедры ТГВ. Для многих обучающихся и выпускников МГСУ эта лаборатория и занятия, которые состоялись в ней, стали одними из самых ярких воспоминаний об университете.

В учебный курс совместной лаборатории LG и МГСУ вошли темы: принцип и структура VRF-технологии; теоретические основы монтажных операций; анализ типов зданий и сооружений; принципы расчёта теплового баланса здания: теория и практика проектирования VRF-систем; программный модуль LATS CAD; анализ энергоэффективности систем; принципы построения технического предложения; основы сервисных операций.

Ежегодно на образовательные программы, связанные с устройством, проектированием, монтажом и наладкой систем вентиляции и кондиционирования в МГСУ поступает не менее 400 обучающихся.

«Хевел»

«Хевел» построил крупнейшую в России СЭС с накопителем энергии

Группа компаний «Хевел» завершила в Бурзянском районе Республики Башкортостан строительство крупнейшей в России солнечной электростанции с промышленными накопителями энергии. Бурзянская СЭС суммарной мощностью 10 МВт оснащена системой накопления электроэнергии общей ёмкостью 8 МВт·ч. Объект генерации полностью автоматизирован и рассчитан на работу как параллельно с сетью, так и в автономном режиме.

Электроснабжение в Бурзянском районе осуществляется по одноцепной линии электропередачи протяжённостью 100 км (город Белорецк — село Старосубхангулово) с тупиковой подстанцией. Новая генерация обеспечит бесперебойное электроснабжение всего района, а в случае аварийного отключения или ремонтных работ на линии электропередачи будет работать в автономном режиме продолжительностью до 6 ч, обеспечивая электроэнергией больницы, школы, детские сады и другие социальные объекты.

Компания также планирует построить в Башкортостане ещё четыре СЭС совокупной установленной мощностью 100 МВт в Хайбуллинском и Куюргазинском районах.

Событие

Определены финалисты чемпионата «Лучший сантехник»

Отборочные этапы всероссийского чемпионата длились больше полугода. В них приняли участие около 100 команд со всех уголков России. Эксперты отрасли ЖКХ выставили баллы конкурсантам и приняли решение по девятке финалистов.

Неопределённая ситуация сложилась с командами, представляющими на чемпионате Челябинскую область. Отборочные этапы успешно прошли четыре команды: «Инсталяторы» и «Теплосервис» (г. Челябинск), «МКД-сервис 24/7» (г. Верхний Уфалей) и «Короли подвалов» (Аргаяшский район). Чтобы определить, кто из них пройдёт в финал, было принято решение провести дополнительный этап.

В ЮУрГТК во время индустриально-образовательной выставки-форума «ЖКХ-2020» командам предстояло правильно ответить на вопросы теоретической части и выполнить практическое задание: собрать узел подключения к стояку водоснабжения в квартире. Поддержать участников и посмотреть, как работают лучшие сантехники региона, пришёл министр строительства и инфраструктуры Челябинской области Виктор Тупикин. По итогам испытаний наибольшее количество баллов набрала команда «Теплосервис» в составе Мансура Хасанова и Дениса Биткулова.

Генеральным партнёром чемпионата выступает производитель трубопроводной арматуры под маркой LD. Все желающие смогут наблюдать за финальным соревнованием в режиме онлайн. Трансляция будет доступна на сайте генерального информационного партнёра чемпионата — медиахолдинга ОТВ (1obl.ru) и на сайте день-сантехника.рф.

Всероссийский чемпионат «Лучший сантехник. Кубок России» проходит в восьмой раз при поддержке Министерства строительства и ЖКХ РФ, правительства Челябинской области. Проект трижды становился победителем конкурсов на предоставление грантов Президента РФ. Главная цель чемпионата — популяризация рабочих специальностей, повышение престижа востребованной на рынке профессии «слесарь-сантехник».

Источники энергии

Учёные сократили время зарядки Li-ion батарей до десяти минут ультразвуком

Исследователи Калифорнийского университета в городе Сан-Диего (США) создали ультразвуковой перемешиватель электролита, благодаря которому удалось увеличить ресурс литий-ионной батареи до 2000 циклов заряда и сократить время зарядки до десяти минут. Устройство генерирует вибрации очень высокой частоты — от 100 млн до 10 млрд герц. Для этого использовали стандартный компонент, который в смартфонах применяется для фильтрации беспроводного радиосигнала сотовых сетей.

Аккумуляторы на основе лития склонны к формированию дендритов. Это микроскопические выросты, которые увеличиваются с каждым циклом заряда. Эти дендриты вырастают до значительных размеров, что приводит к короткому замыканию, выходу батареи из строя и возгоранию. Это одна из главных причин, по которой батареи на основе чистого металлического лития, имеющие наибольшую ёмкость среди литиевых батарей, не используются. Вместо этого применяется смесь лития с другими элементами, например, в литий-ионных аккумуляторах.

Высокочастотная вибрация батареи перемешивает электролит внутри аккумулятора и улучшает отвод тепла и обмен электронами. Благодаря ультразвуку обычные литиевые батареи можно заряжать с 0 до 100% в течение десяти минут, тогда как сейчас скоростные зарядки позволяют зарядить только на 80% за 20 минут, а остальные 20% требуют гораздо больше времени. Также перемешивание электролита позволило увеличить ресурс батареи в десятки раз — до 2000 циклов заряда.

LD

Латунная трубопроводная арматура из России

Челябинская компания LD, производитель латунных шаровых кранов LD Pride, недавно представила линейку резьбовых никелированных фитингов с одноимённым названием. В наличии появились такие фитинги, как ниппель прямой, заглушка (на трубу), пробка (в трубу), футорка, сгон разъёмный (американка), переход, ниппель переходной, угол, тройник, контргайка, крест, муфта прямая, муфта переходная.

Инженеры компании LD при проектировании латунной трубопроводной арматуры LD Pride уделили вопросу качества и надёжности огромное внимание, заложив высокий запас прочности. Для производства латунных шаровых кранов и фитингов LD Pride используется только высококачественная латунь, в обязательном порядке осуществляется входной контроль материала.

Полный цикл производства даёт возможность компании LD не зависеть от внешнеэкономических изменений и от колебания курсов валют. Завод LD готов обеспечить 10-летнюю гарантию на всю свою продукцию, страховку, техническую поддержку и наличие товара в регионах по всей России. Продукция отечественного производства отвечает самым высоким стандартам, конкурирует с европейскими марками и вместе с тем доступна по цене для потребителя.

Grundfos

Обновлённый дизайн дозировочных насосов

Grundfos начал производство обновлённой версии механических мембранных дозировочных насосов серий DMX и DMH. Изменения коснулись дизайна и маркировки. Старые модификации оборудования более не выпускаются. Насосы обновлённой серии сменили цвет с зелёного на чёрный, а вокруг панели управления с регулятором хода появилась красная кайма.

Изменилось также типовое обозначение (номера) моделей: оно стало более подробным, что упрощает подбор оборудования.

Grundfos DMX — это дозировочные насосы, имеющие широкий диапазон применения в технологических циклах дезинфекции, коагуляции, флокуляции, осадкообразования и пр. Они используются в системах водоподготовки и очистки стоков, целлюлозно-бумажной, текстильной и пищевой промышленности, энергетике и других областях.

Оборудование серии Grundfos DMH отличается повышенной прочностью и износостойкостью для использования в областях, где требуется надёжность дозировки при работе под высоким давлением. В числе прочего они находят применение в нефтехимической, нефтегазовой и нефтеперерабатывающей промышленности, в системах водоподготовки для регионов со сложными климатическими условиями, при дозировании воспламеняющихся жидкостей и т.п.

Ознакомиться с подробными техническими характеристиками и обновлённой маркировкой насосов можно в программе подбора оборудования Grundfos Product Center. Новые модели уже доступны для заказа. Старые модификации более не выпускаются.

СУПЕРВЕНТ

Новые модели в линейке приточно-вытяжных установок 2VV Daphne

Компания СУПЕРВЕНТ сообщила об изменении ассортимента своего поставщика 2VV. Обновилась популярная линейка приточно-вытяжных установок Daphne, идеально подходящих для настенного монтажа в квартиры, жилые дома и коммерческие помещения, такие как магазины, офисы, кафе, рестораны и спортивные объекты. Основные характеристики: пять размеров с расходом до 900 м^3/ч; алюминиевый противоточный теплообменник с эффективностью рекуперации тепла до 93%; энергетически экономные EC-моторы с низким SFP и тихой работой; плавно регулируемый автоматический байпас для охлаждения в жаркий летний период; простая установка и обслуживание; интегрированная интеллектуальная автоматика с сенсорным управлением с режимами вентиляции CAV и DCV; выходящие вверх теплоизолированные патрубки воздуховодов; фильтры Coarse 60% (G4) в стандартной комплектации; интеллектуальная система AirGENIO Comfort оснащена сенсорным пультом управления (плавный байпас, защита от замерзания, режимы CAV и DCV, BMS-управление — Modbus RTU, Modbus TCP или BACnet); управление со смарт-устройства. Daphne должна работать в сухих, закрытых внутренних помещениях с температурой окружающего воздуха от 0 до +40 °C и относительной влажностью до 80%. Предназначена для работы в стандартной среде для транспортировки воздуха без грубой пыли, жиров, химических испарений и других загрязняющих веществ. Класс защиты IP20. Корпус устройства выполнен из сэндвич-панелей с изоляцией. Проект вентиляционной установки должен всегда выполнятся проектировщиком системы вентиляции.

Приложение для смартфонов уже доступно в Google Play Market и в App Store.

«Элита»

Бустерная установка для системы внутреннего водоснабжения

Компания «Элита» представила новинку собственного производства. Это тихая, компактная, энергоэффективная бустерная установка для системы внутреннего водоснабжения Antarus Booster. Выполнена на малошумных многоступенчатых скважинных насосах. Идеальное решение для объектов, где важен низкий уровень шума, а у Antarus Booster он в районе 20 дБ, что в два-три раза ниже стандартных вариантов.

Технические характеристики Antarus Booster: два или три скважинных насоса; максимальный напор — 190 м; максимальный расход — 37 м^3/ч; частотное регулирование каждого насоса; ротация насосов для выравнивания наработки (моточасов); защита насосов от «сухого» хода, перегрева, перегрузки по току и некачественного входного напряжения; автоматический пуск резервных насосов при аварии основных. Исполнение Multi-Drive: опция Multi-Master (в случае неисправности контроллера управляющего насоса управление установкой переходит на другой контроллер); автоматический режим работы. Исполнение со шкафом управления: каскадное управление насосами при помощи преобразователя частоты; GPRS-диспетчеризация с управлением в личном кабинете и SMS-информированием; автоматический / ручной режим работы.

«Хевел»

«Хевел» до конца 2020 года построит более 480 МВт СЭС

Группа компаний «Хевел» до конца года планировала построить 25 объектов солнечной генерации общей мощностью более 480 МВт. В первом квартале 2020 года уже введены в эксплуатацию Чемальская СЭС мощностью 10 МВт в Республике Алтай, а также две очереди Бурзянской СЭС (всего 10 МВт) в Республике Башкортостан. Новые проекты будут реализованы на территории России в Республиках Калмыкия, Адыгея, Бурятия, в Саратовской и Омской областях, Краснодарском крае, также будут осуществлены крупные экспортные проекты в Республике Казахстан.

В Калмыкии будут построены вторая очередь Малодербетовской СЭС мощностью 45 МВт и третья очередь Яшкульской СЭС (25 МВт), в Бурятии — первая и вторая очереди Торейской СЭС мощностью 25 и 20 МВт, в Саратовской области — первая очередь Дергачевской СЭС (25 МВт), в Омской области — Нововаршавская СЭС мощностью 30 МВт, в Республике Адыгея — Адыгейская СЭС (4 МВт) и Шовгеновская СЭС мощностью 4,9 МВт, в Краснодарском крае — Лабинские СЭС (девять солнечных электростанций по 4,9 МВт) суммарной мощностью 44,1 МВт.

В Республике Казахстан в марте 2020 завершено строительство самого крупного объекта — СЭС «Нура» установленной мощностью 100 МВт, до конца года на территории республики планируется построить: СЭС «Кентау» мощностью 50 МВт, СЭС «Шымкент» мощностью 20 МВт, СЭС «Капшагай» мощностью 3 МВт, СЭС «Сарыбулак» мощностью 4,95 МВт, СЭС «Кушата» мощностью 10 МВт и СЭС «Шоктас» мощностью 50 МВт.

В прошедшем 2019 году Группа компаний «Хевел» построила и ввела в эксплуатацию более 300 МВт солнечной генерации в республиках Бурятия, Калмыкия, Алтай, Астраханской и Оренбургской областях. В общей сложности с 2014 года компания построила 607,5 МВт сетевой солнечной генерации.

ВИЭ

В Петербурге разработан метод повышения эффективности солнечных панелей и светодиодов

Исследователи из Университета ИТМО совместно с учёными из других стран предложили метод, который позволит сделать солнечные батареи и светодиоды заметно более эффективными. Как рассказали в пресс-службе вуза, учёные смогли добиться такого результата, работая не с основным активным слоем устройств, а лишь доработав вспомогательные слои, отвечающие за транспорт электронов.

Исследовательская группа предложила новый метод для создания вспомогательных слоёв для солнечных батарей и светодиодов на основе перовскита. Они использовали углеродные точки — экологичный, сравнительно дешёвый материал, который легко получать как в лабораторных, так и промышленных условиях.

По словам соавтора исследования, ведущего научного сотрудника Университета ИТМО Александра Литвина, в работе учёные использовали углеродные точки в качестве электрон-транспортного слоя. Полученный материал можно использовать не только для солнечных батарей, но и для вспомогательных слоёв светодиодов. В обоих случаях учёные получили значительное повышение эффективности устройств, созданных с применением вспомогательных слоёв из углеродных точек. Литвин отметил, что в случае с солнечными батареями на основе перовскитов удалось получить увеличение эффективности практически на 13%. Для светодиодов внешняя квантовая эффективность увеличилась в 2,1–2,7 раза.

ООО «НПП «Микросистема»

Воздушные фильтры PHAUF для вентсистем

«Чистый воздух для высоких технологий» — так заявил о себе новый российский производитель воздушных фильтров, впервые принявший участие на выставке «Мир Климата 2020». С 10 по 13 марта в ЦВК «Экспоцентр» компания ООО «НПП «Микросистема» представила потребителям воздушные фильтры для вентиляционных систем торговой марки PHAUF. Фильтры PHAUF производятся в соответствии с технологией «нулевого выброса», включающей в себя автоматизированную сборку в чистом помещении класса ИСО7, контроль качества каждой единицы продукции на автоматическом сканере Topas, а также индивидуальную вакуумную упаковку в ИСО7. Фильтры PHAUF способны задерживать частицы размером от 0,05 мкм с эффективностью до 99,999995% (размер вируса COVID-19 примерно 0,12 мкм). Воздушные фильтры PHAUF, созданные в рамках программы импортозамещения, идеально подходят для использования в таких отраслях, как медицина и фармацевтика, где стоимость ошибки — человеческая жизнь.

«Электротест Инжиниринг»

Новая линейка шкафов управления Optibox-A

Новая линейка шкафов Optibox-A — оптимальное решение для управления малогабаритными установками, имеющих простую конфигурацию. Шкафы данной серии собраны на базе инновационного решения — одноплатного контроллера Optibox-A, разработанного компанией «Электротест Инжиниринг». Шкаф автоматики поставляется в комплекте с пультом управления RC2. С него производится настройка и управление вентиляционной установкой. Дополнительно в качестве опции к шкафу можно подключить модуль Wi-Fi 2.3 для дистанционного управления вентиляционной установкой через мобильное приложение Electrotest Control.

РАВИ

Гиганты мировой ветроэнергетики с осторожностью возвращаются в Китай

Западные производители ветроустановок с опаской подходят к возобновлению полного производства в Китае после остановки собственных заводов из-за вспышки коронавируса. Но компаниям, представляющим всю цепочку поставок, потребуется ещё больше времени, чтобы вернуться к нормальным условиям. Ведущий игрок отрасли из Дании — Vestas (член РАВИ) — заявил, что 15 февраля возобновил работу, как и планировалось, а 23 февраля получил дополнительное одобрение, что позволило ему снова увеличить собственное производство в Китае. Основываясь на данных о новых вспышках вируса в Южной Корее и Италии, в Vestas уже заявили, что ограничивают все перемещения персонала в эти страны и из них только поездками делового характера, в дополнение к уже существующим ограничениям, принятым в компании в отношении Китая.

Источник: rechargenews.com

«Лемакс»

«Лемакс» на выставке Aquatherm Moscow 2020

На стенде был представлен прототип новой серии котлов Prestige. Усовершенствованная конструкция теплообменника позволила беспрецедентно увеличить площадь теплосъёма и добиться максимальной эффективности. Топочная часть котла была оптимизирована для улучшения характеристик. Инженерные разработки в сочетании со стильным дизайном сделали котёл предметом экспертных обсуждений и дискуссий в рамках мероприятий выставки.

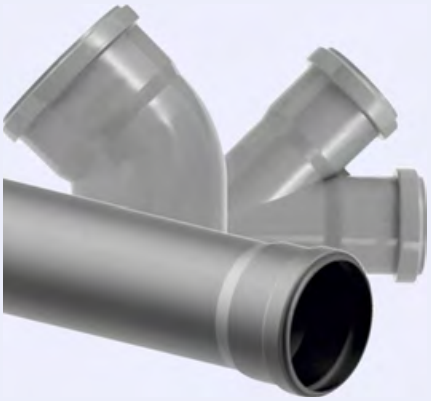
Предприятие «Лемакс» также презентовало новую серию турбонасадок. Новые турбонасадки предназначены для котлов серии CLEVER L мощностью 150 и 180 кВт. Устройства поддерживают двухступенчатый режим и управляются электроникой отопительного оборудования. Новинка наилучшим образом раскрывает возможности котлов CLEVER L с многоклапанной модульной горелкой.

Гости и партнёры компании смогли не только ознакомиться с представленным оборудованием «Лемакс», но и обсудить вопросы сотрудничества, пообщаться с экспертами, подписать договоры поставок. Совместное обсуждение помогло определить новые перспективы развития предприятий.

«Ламмин»

Компания «Ламмин» расширила ассортимент продукции

Компания «Ламмин» объявила о запуске серийного производства новой продукции, выпускаемой под торговой маркой Lammin — на российский и зарубежный рынок выводятся полипропиленовые трубы и фитинги для канализации. Изделия служат для организации отвода бытовых сточных вод и отвечают всем необходимым стандартам качества. Ассортимент включает в себя трубы и фитинги для внутренней канализации — 30, 40, 50 и 110 мм; трубы и фитинги для наружной канализации — 110 и 160 мм.



Полипропиленовые трубы и фитинги для канализации являются современным, недорогим и практичным решением, поскольку обладают целым рядом преимуществ: не боятся коррозии, так как материал не вступает во взаимодействие с окружающей средой; гладкая фактура внутренних стенок труб и фитингов предотвращает отложения и засоры; простой и быстрый монтаж благодаря раструбному соединению; высокая герметичность за счёт эластичных и долговечных уплотнительных элементов; длительный срок эксплуатации — до 50 лет.

Вся продукция производится на современном оборудовании, с жёстким контролем качества исходного сырья и готовых изделий.

Tesla

Tesla Model Y оснастили тепловым насосом

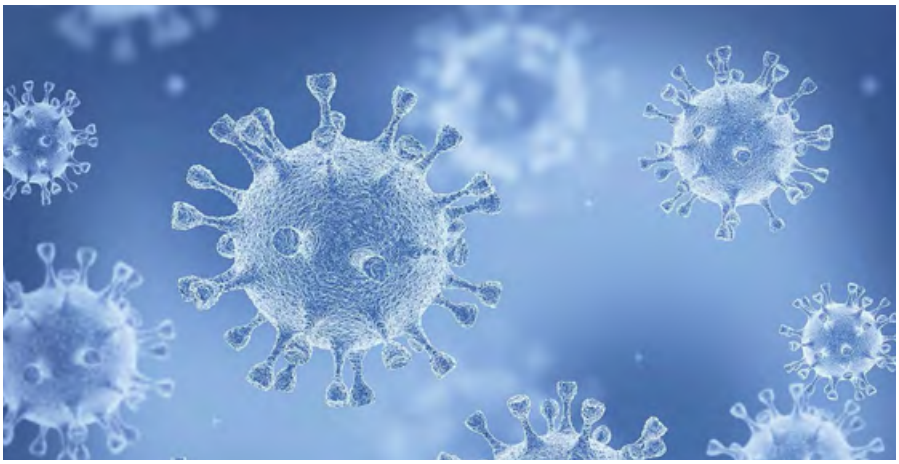
Одним из примеров любопытного устройства в конструкции кроссовера Tesla Model Y стал тепловой насос. Принцип действия теплового насоса можно описать простыми словами: система забирает тепло от источника (им может быть как уличный воздух, так и тепло от электромоторов и батареи) и через теплообменник переносит его к климатической системе, которая направляет тёплый воздух в салон.

По сути, технология повторяет знакомый всем кондиционер. Такое устройство окажет неплохую поддержку стандартному электрообогревателю Tesla — тепловому насосу требуется гораздо меньше энергии для обогрева салона автомобиля, чем классическому электрическому обогревателю, а эффективность технологии подтверждена широким использованием тепловых насосов для отопления зданий.

ВИЭ

Самое дорогое ископаемое топливо

Уголь стал самым дорогим ископаемым топливом в мире на фоне падения цен на нефть, сообщает агентство Bloomberg со ссылкой на собственные расчёты. Так, фьючерсы на энергетический уголь (Newcastle Coal Futures) 20 марта торговались по $66,85 за тонну, что эквивалентно $27,36 за баррель нефти. При этом стоимость фьючерсов на нефть марки Brent находилась на уровне $26,98 за баррель. Как поясняет агентство, несмотря на то, что использование угля в Соединённых Штатах Америки и Европе сократилось из-за дешёвого природного газа и возобновляемых источников энергии, его потребление продолжает расти в Азии, где уголь традиционно является самый дешёвым топливом.



Коронавирусная инфекция и системы вентиляции общественных зданий

Сегодня всё человечество стоит перед очередным вызовом — коронавирусной инфекцией, которая стремительно захватывает всё новые и новые страны и официально перешла в разряд пандемии. Коронавирусная инфекция COVID-19 (*от англ. COrona VIrus Disease 2019, ранее коронавирусная инфекция 2019-nCoV*) — потенциально тяжёлая острая респираторная инфекция, вызываемая коронавирусом SARS-CoV-2. Системы вентиляции, предназначенные для создания комфортного и безопасного микроклимата, могут выполнять противоположную функцию — способствовать быстрому распространению заражения. Что необходимо сделать при проектировании безопасных систем подачи и удаления воздуха, рассказывается в этой статье.

Автор: Сергей БРУХ, технический директор VRF WHEIL, технический редактор журнала С.О.К.

В нашей стране у многих людей есть мнение о несущественности данного заболевания: «*очередной грипп*», «*умирают всего три процента*», «*умирают только люди с сопутствующими заболеваниями*» и т.д. Я приведу только несколько фактов, которые лично для меня были неожиданными и показывающими глобальную опасность коронавирусной инфекции для всех людей:

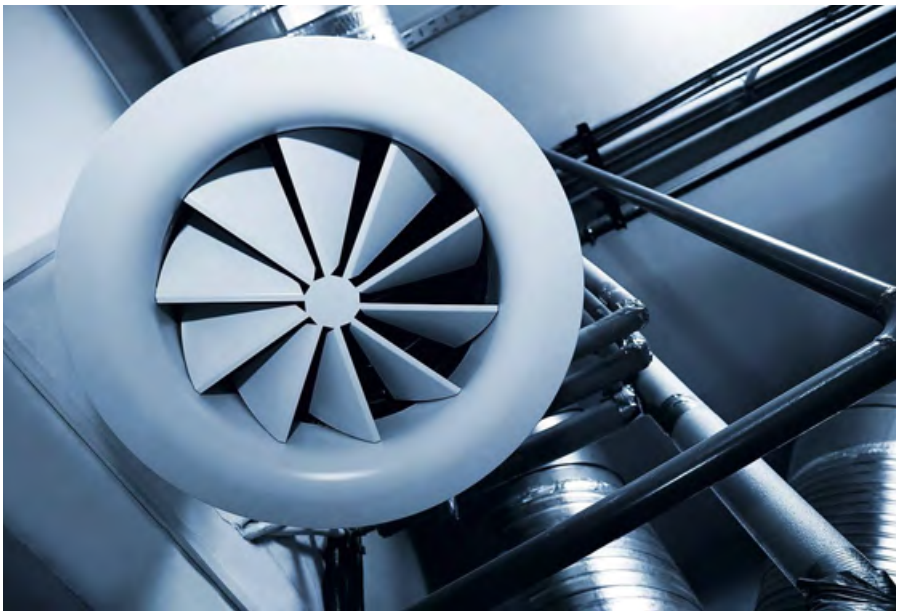
1. Вирус гриппа 1918–1919 годов, который получил название «испанка», унёс от 50 до 100 млн жизней и быстро обошёл Первую мировую войну по масштабу жертв.

2. Если вы считаете, что за сто лет медицина сильно ушла вперёд и сегодня такие эпидемии невозможны, то спешу вас разочаровать — до сих пор лекарство против вирусов не найдено. Человечество научилось эффективно лечить заболевания, передаваемые бактериями (туберкулёз, сифилис, холера, столбняк, чума и т.д.) с помощью антибиотиков. Но вот вирусные болезни (грипп, ВИЧ, гепатит, оспа, клещевой энцефалит, корь и т.д.) до сих пор тайна для нашей медицины. Лечение вирусных болезней сегодня — это использование только метода вакцинации, то есть, по сути, самостоятельная выработка организмом защиты от вирусов. Другие методы малоэффективны.

3. Вирусы значительно меньше бактерий. Большинство изученных вирусов имеют размер от 20 до 300 нм. Это значит, что отфильтровать вирусы из воздуха крайне сложно или даже невозможно.

4. Инфекционные болезни человека могут иметь различные причины: бактерии, грибки, вирусы. Вирусы, в свою очередь, убивают любые бактерии, грибы, животных, растения. То есть вирусы — это «идеальные убийцы» всего, что состоит из клеток.

5. Эксперты из Национального института аллергии и инфекционных заболеваний США (NIAID) провели исследование вируса SARS-CoV-2, который вызывает острую респираторную вирусную инфекцию COVID-19. Результаты экспериментов показали, что новый тип коронавируса способен сохранять жизнеспособность в воздухе в течение трёх часов. Вирус, вызывающий COVID-19, может «выживать» на таких поверхностях, как пластик и нержавеющая сталь, до 72 часов, в отличие от картона, где он функционирует не дольше суток, и меди, где он сохраняется максимум в течение четырёх часов.



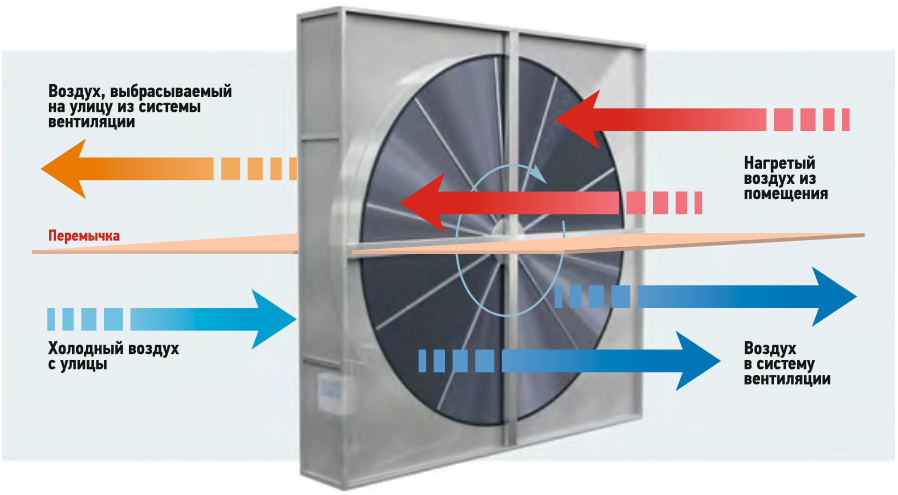


Рис. 1. Утилизация тепла вытяжного воздуха (и заражения приточного) с помощью широко распространённого регенеративного вращающегося теплообменника

Воздушные пути передачи

Традиционно гриппом и ОРВИ, которые тоже вызывается вирусами, люди болеют в зимнее время года. В качестве основной версии объяснения этого факта высказывается мнение, что именно зимой организм человека ослаблен и поэтому становится лёгкой добычей для вирусов, всегда присутствующих вокруг человека. Однако прошу обратить внимание на ещё один факт: в зимний период года люди чаще всего проводят время в закрытых помещениях. Температура в помещениях комфортна для вирусов, расстояние между людьми минимально, поэтому зимой опасность заражения максимально высока. Как правило, летом окна открыты и происходит воздухообмен помещений с повышенной кратностью, концентрация вирусов и других микроорганизмов снижена. Зимой окна закрыты, системы вентиляции являются основным средством подачи свежего воздуха в помещения и удаления загрязнённого. Вот тут-то и появляются множество проблем.

Проблема 1. Рециркуляция

Как было отмечено выше, вирус инфекции COVID-19 способен сохранять жизнеспособность в воздухе в течение трёх часов. Теперь давайте посчитаем, за какое время системы вентиляции с рециркуляцией способны заразить всё здание, если в одном из помещений появляется больной вирусом? Скорость воздуха в воздуховодах общественных зданий составляет около 2–5 м/с. Здание условно возьмём 100 м длиной. Кратность воздухообмена примем 3,0 в час. Итого максимум через 42 минуты вирус гриппа распространится по всему зданию. А жизнеспособность вне носителя он сохраняет в течение трёх часов. То есть в зданиях с рециркуляцией вытяжного воздуха шансов остаться здоровыми у людей нет.

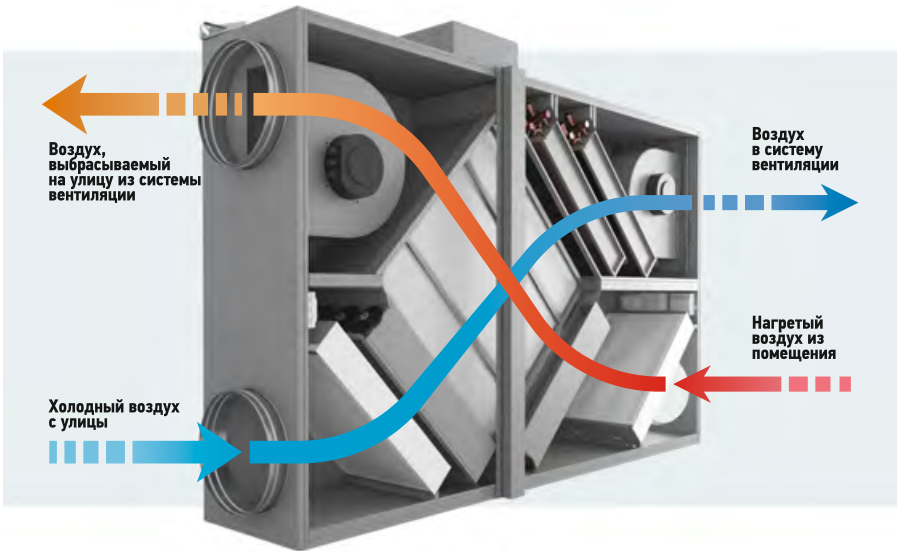


Рис. 2. Утилизация тепла вытяжного воздуха безопасным пластинчатым теплообменником

Проблема 2. Регенеративные теплообменники

Утилизация тепла вытяжного воздуха — это необходимый процесс для экономии энергоресурсов. Даже не обсуждается тот факт, что это оправдано и необходимо.

Однако регенеративные теплообменники, принцип действия которых основан на аккумуляции теплоты и попеременном нахождении в зоне тёплого воздуха (вытяжной заражённый воздух) и холодного воздуха (чистый приточный воздух), являются прекрасными переносчиками заражения. По-видимому, методов быстрой дезинфекции рабочего колеса вращающегося теплообменника не придумать, поэтому их применение должно быть ограничено (рис. 1).

В качестве альтернативы можно применять рекуперативные (пластинчатые) теплообменники (рис. 2) или тепловые насосы. Тепловые насосы самый безопасный вариант, поскольку приточная установка и вытяжная могут быть разнесены друг от друга на значительное расстояние, и перетекание загрязнённого воздуха в принципе невозможно.

Проблема 3. Организация воздухообмена в помещении

При проектировании минимально необходимого количества воздуха, подаваемого в конкретное помещение, используют метод предельно допустимой концентрации. То есть ведётся расчёт, сколько мы должны добавить свежего воздуха в помещение, чтобы разбавить выделяющие вредности (например, CO_2) до величины ПДК. Ключевое слово здесь — разбавить. ПДК по инфекционным микроорганизмам не существует, поэтому разбавление загрязнённого воздуха в три или десять раз ни к чему не приведёт, он всё равно остаётся заразным. Какой же выход? Выход в создании в помещении потоков воздуха без их перемешивания. Например, подача свежего воздуха непосредственно в зону дыхания человека (рис. 3).

Интервью главного редактора журнала С.О.К. Александра Гудко с экспертом в области кондиционирования и вентиляции, техническим директором VRF WHEIL, техническим редактором журнала С.О.К., автором книги «VRF-системы кондиционирования воздуха» Сергеем Брухом (Германия, Берлин)

Рис. 3. Подача воздуха непосредственно в зону дыхания в рабочей зоне

Проблема 4. Неработающие системы вентиляции

Это классическая российская проблема, когда системы вентиляции смонтированы, но по факту выключены. Причин может быть «миллион»: от безграмотности эксплуатирующего персонала (*«Мы включаем вентиляцию на пять минут и проветриваем!»*) до множества технических проблем в виде повышенного шума, замороженных теплообменников, сгоревших вентиляторов, не смонтированной автоматики и т.д. Поэтому люди сидят в душных помещениях без воздухообмена и гарантированно заражаются друг от друга.

Проблема 5. Переток загрязнённого воздуха

Источником заражения воздуха в зданиях являются люди, поэтому необходимо соблюдать принцип разделения помещений на условно «чистые» и «загрязнённые». Например, если совершенно случайно человек с инфекцией попал в помещение, то системы вентиляции не должны загрязнённый воздух через двери или любые другие проёмы подавать из этого загрязнённого помещения в другие, например, коридор. Необходимо создавать разряжение в условно загрязнённых помещениях и подпор свежего воздуха в условно чистые. Чтобы при открывании дверей чистый воздух попадал в загрязнённые помещения, но не наоборот.

Проблема 6. Выброс заражённого воздуха

Как правило, вне воздуха помещений болезнетворные вирусы не живут. Солнечная радиация, низкие отрицательные температуры убивают вирусы достаточно быстро. Однако в тёплые и пасмурные дни теоретически возможно заражение людей от вытяжных систем. Поэтому необходимо принять меры по максимально высокому выбросу загрязнённого воздуха системами вытяжной вентиляции

Точки выброса загрязнённого воздуха должны быть как можно дальше от мест забора приточного воздуха и мест нахождения людей. Кроме того, во избежание попадания в здание удалённого заражённого воздуха вытяжные шахты должны иметь высоту, превышающую высоту зоны турбулентности, образуемой ветрами вокруг здания. Не лишними будут системы ультрафиолетового обеззараживания вытяжного воздуха. Если есть риск попадания загрязнённого воздуха в приточной воздухозабор, то и на приточном воздухе нужно ставить УФ-установки.

Рис. 4. Выброс вытяжного воздуха выше зоны турбулентности здания

Фото: BARO GmbH

Рис. 5. Схема обеззараживания воздуха УФ-излучателями

Выводы и рекомендации

1. Вирусные инфекции будут с человечеством всегда. Регулярно будут происходить вспышки очередного мутировавшего гриппа, и нам нужно научиться жить с этой проблемой.

2. Воздух является главным путём передачи вирусов от человека к человеку. Поэтому грамотное функционирование систем вентиляции обеспечивает сдерживание эпидемий.

3. Рециркуляция в системах вентиляции и кондиционирования резко увеличивает риск заражения. Поэтому предпочтительнее использовать системы прямоточной вентиляции.

4. Затапливающая вентиляция, индивидуальные местные приточные и вытяжные системы уменьшают риск заражения.

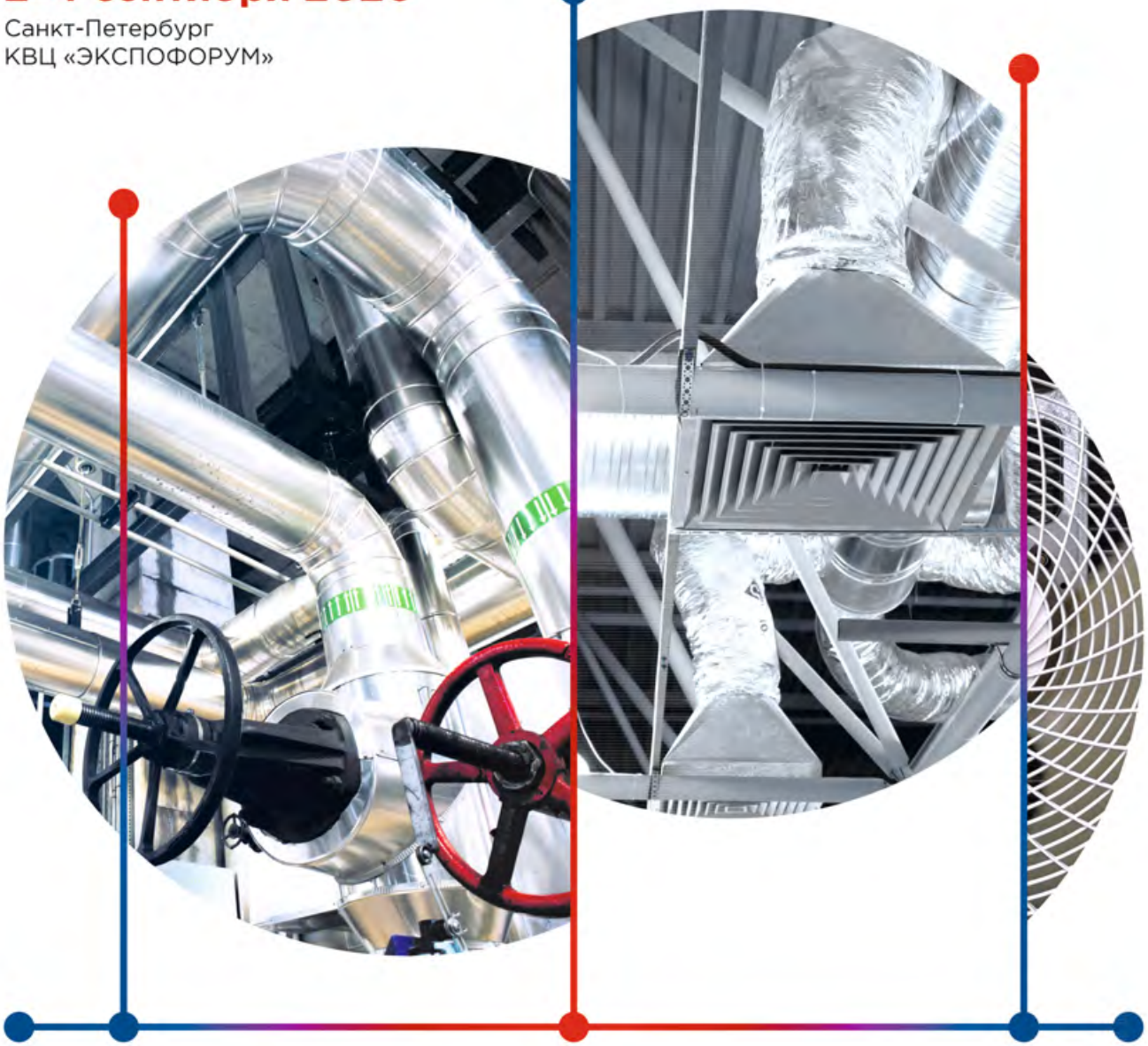
5. Регенеративные теплообменники увеличивают риск заражения. Предпочтение нужно отдавать пластинчатым теплоутилизаторам или тепловым насосам. То есть приточный и вытяжной воздух не должны смешиваться.

Engineerica

Международная выставка
оборудования для отопления,
водоснабжения, вентиляции
и климатических систем

2–4 сентября 2020

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



- Отопление
- Водоснабжение
- Вентиляция
- Кондиционирование

Подробнее о выставке:
engineerica.ru

Международная
Выставочная
Компания

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

+7 (812) 380 6014/00
engineerica@mvk.ru

12+

Оборудование для систем вентиляции и кондиционирования, как инструмент противодействия распространению COVID-19

Ситуация с коронавирусом показала, что мир не готов к настоящей пандемии. Этот опыт заставит людей задуматься, сделать выводы, и, будем надеяться, они станут умнее и бдительнее. Неотъемлемая часть инфекционной безопасности — технически совершенные системы вентиляции и кондиционирования. Эксперты рассказали нам о своём отношении к проблеме и возможностях техники.

Материал подготовил Александр ГУДКО, главный редактор журнала С.О.К.

На сегодняшний день в России, к сожалению, нет отдельных нормативных документов и рекомендаций по работе систем ОВиК в условиях пандемии. Существуют нормативные документы по проектированию инфекционных отделений: СанПиН 2.1.3.2630–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» и Свод Правил 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования».

Вопросы, заданные экспертам

1. **Каковы правила пользования вентиляцией в зданиях в период сезонных инфекций и особо — в ситуации распространения коронавируса?**
2. **Какие технологии и схемы построения вентиляции и кондиционирования позволяют минимизировать распространение инфекций в целом и коронавируса в частности?**
3. **Существуют ли какие-либо универсальные решения, позволяющие обеспечить истинную (без бактерий и вирусов) чистоту воздуха?**
4. **Расскажите о необходимых и достаточных системах фильтрации в период распространения сезонных инфекций и особо — коронавирусной инфекции?**

В данных документах достаточно кратко изложены требования к системам вентиляции и кондиционирования воздуха различных отделений медицинских учреждений (стерилизационные и дезинфекционные помещения, пищеблоки, административно-служебные подразделения), в том числе и инфекционным отделениям. Как правило, заказчики, которые обращаются в отраслевые компании по вопросу поставки оборудования для медицинских учреждений, являются экспертами в этой области.

Вот некоторые ключевые технические моменты, содержащиеся в указанных выше документах:

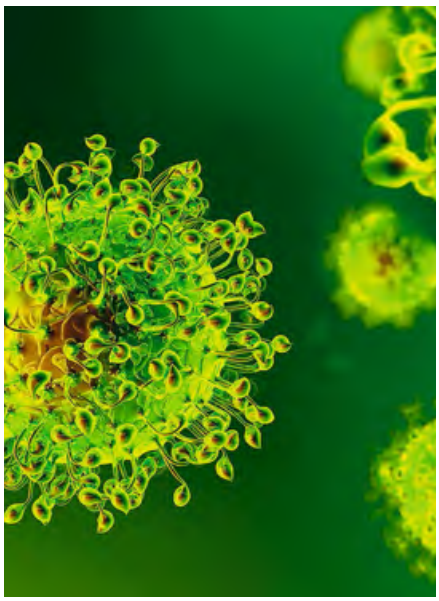
1. Воздух, удаляемый из инфекционных отделений и микробиологических лабораторий, должен очищаться в фильтрах тонкой очистки. Приточно-вытяжная вентиляция боксов и боксированных палат инфекционных отделений должна быть спроектирована таким образом, чтобы создать максимально изолированный воздушный режим палат относительно коридора отделения.

2. В инфекционных, в том числе туберкулёзных отделениях, вытяжная вентиляция с механическим побуждением (с преобладанием вытяжки над притоком) должна устраиваться, как правило, посредством самостоятельных каналов — строительных конструкций, в которых от каждого бокса (полубокса) прокладываются воздуховоды. Воздуховоды выполняются плотными согласно ГОСТ Р ЕН 13779.

3. В инфекционных, в том числе туберкулёзных отделениях, вытяжные вентиляционные системы оборудуются устройствами обеззараживания воздуха или фильтрами тонкой очистки.

4. Воздуховоды приточной вентиляции и кондиционирования должны иметь внутреннюю несорбирующую поверхность, исключающую вынос в помещения частиц материала воздуховодов или защитных покрытий.

5. Воздуховоды систем приточной вентиляции (кондиционирования воздуха) после фильтров высокой эффективности (H11–H14) предусматриваются из нержавеющей стали или других материалов с гладкой, коррозионно-стойкой, не пылящей поверхностью.



6. Приточные и вытяжные решётки должны быть максимально удалены друг от друга в пределах одного помещения. Вытяжные решётки в помещениях класса чистоты А и Б должны быть выполнены из коррозионно-стойких металлов (нержавеющая сталь, алюминий) со встроенными фильтрами класса G4.

7. Систему холодоснабжения следует проектировать, как правило, из двух и более холодильных машин, для обеспечения частичного резервирования по холоду. Подбор холодильных машин осуществляется на основе данных разработчиков разделов отопления и вентиляции. Разработка данного проекта ведётся в соответствии с Сводом Правил 60.13330.

8. В системах холодоснабжения следует применять нетоксичные незамерзающие жидкости (например, пропиленгликоль).

Кроме того, наиболее авторитетная в отрасли и мире организация — Американское общество инженеров по системам отопления, охлаждения и кондиционирования воздуха (The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE) — опубликовала руководство [1], целью которого является помощь в борьбе с COVID-19 и практические рекомендации владельцам зданий, инженерам служб эксплуатации систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

В условиях опасности эпидемии воздух в системах вентиляции и кондиционирования должен очищаться и обеззараживаться

Кроме теоретической части (методов передачи инфекционных заболеваний, математической модели распространения воздушных инфекций и прочего) в ней содержатся практические рекомендации относительно проектирования и эксплуатации систем ОВиК, способствующие сокращению рисков заболеваний, которые передаются воздушно-капельным путём. Содержание данного раздела очень близко к отечественным нормативам, приведённым выше. Всё это в той или иной мере помогает людям, решающим вопросы построения инженерных систем.

А теперь — слово профессионалам, опыт которых дорогого стоит. ●

1. Coronavirus (COVID-19) Response Resources from ASHRAE and Others [Информационные ресурсы ASHRAE и других организаций по противодействию пандемии COVID-19]. ASHRAE. Atlanta, Georgia (USA). Web-source: **ashrae.org/technical-resources/resources**.

Фёдор Шапран, ведущий инженер ООО «ПП Благовест-С+»

О правилах пользования вентиляцией в зданиях в период сезонных инфекций

— Многие вирусные заболевания, в том числе COVID-19, передаются от человека к человеку воздушно-капельным путём. Поэтому качеству воздуха в помещении требуется уделить особое внимание. Если в здании имеется организованная механическая приточная и вытяжная вентиляция, следует провести тщательное техническое обслуживание оборудования: заменить фильтры, провести осмотр установки на наличие пыли и при необходимости выполнить влажную обработку внутренних поверхностей вентиляционного агрегата, почистить теплообменники (воздухонагреватели и охладители).

Воздухообмен в помещениях следует поддерживать в расчётных объёмах — не стоит понижать производительность оборудования в угоду экономии энергоресурсов. Воздержитесь от использования рециркуляционного оборудования, не имеющего средств обеззараживания воздуха. Если в здании отсутствует принудительная, механическая приточная и вытяжная вентиляция, как можно чаще проветривайте помещения.

О технологиях и схемах построения ВиК, позволяющих минимизировать распространение инфекций

В настоящее время существует немало вспомогательных технологий, позволяющих очистить воздух и провести его обеззараживание, в первую очередь это фильтры тонкой очистки воздуха, фотокаталитические и бактерицидные фильтры. Применять специальные схемы построения системы вентиляции в офисных и жилых помещениях нецелесообразно. Гораздо важнее организовать качественный воздухообмен в помещениях, где постоянно находятся люди. Повторимся — воздержитесь от использования рециркуляционного оборудования, не имеющего средств обеззараживания воздуха, особенно если в помещении отсутствует нормальная система вентиляции.

Об универсальных решениях

Универсальным решением, позволяющим обеспечить чистоту воздуха в помещении, будет использование системы вентиляции, имеющей многоступенчатую фильтрацию и модули обеззараживания воздуха.

О системах фильтрации, актуальных в период распространения сезонных инфекций

Приточные установки, обслуживающие офисные и жилые помещения, как правило, комплектуются фильтрами класса G4 — это фильтры грубой очистки, поэтому по возможности необходимо повысить класс фильтрации до более тонкой степени (F7 или F9). Переносчиками вирусов и микробов являются люди и животные. В открытом воздухе, без носителя, вирусы и микробы долго не живут. Поэтому важнее всего обеспечить нормальный воздухообмен в помещении.

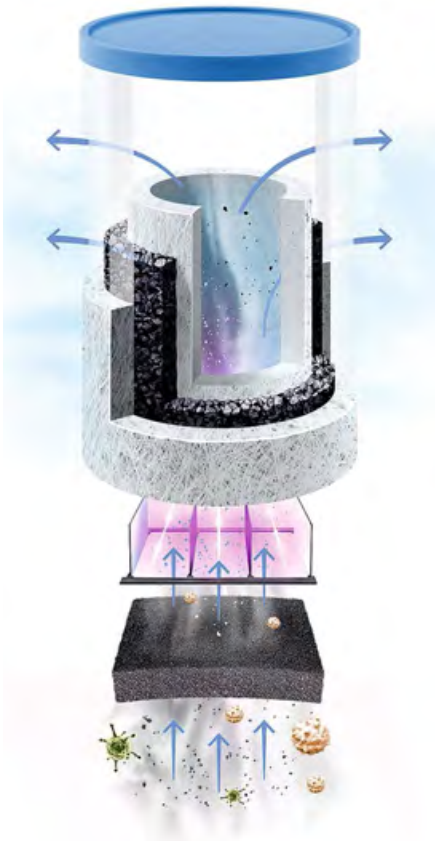
Михаил Амелькин,
директор по развитию продуктов
«TION Корпоративные решения»

— То, что вентиляция снижает риск респираторных заболеваний, понятно на интуитивном уровне: когда мы проветриваем помещение, вирусы и бактерии, которые выделяют люди, удаляются из него. На улице вирусов практически нет: биоаэрозоль рассеивается в атмосфере, и инфекция быстро погибает от солнечного излучения и температурных воздействий окружающей среды.

Чем больше кратность воздухообмена в помещении, тем ниже уровень обсеменённости воздушной среды, то есть на каждый кубометр воздуха приходится меньше инфекционных агентов — так снижается риск заразиться. Во многих помещениях (например, офисах), как правило, организована центральная приточно-вытяжная система вентиляции, но кратность воздухообмена рассчитана исходя из норм уровня углекислого газа и температурного режима, а не из инфекционной нагрузки, как, например, в лечебно-профилактических учреждениях.

Резко увеличить кратность воздухообмена в эксплуатируемом помещении — сложная задача, для решения которой потребуются проектно-монтажные работы по модернизации системы вентиляции. Это сложно, дорого и не всегда осуществимо, потому что, например, диаметр воздуховодов подобран под определённую производительность.

Решить задачу в эксплуатируемых помещениях без реконструкции можно двумя способами: установить бризеры (приборы компактной приточной вентиляции, которые подают в помещение свежий, очищенный и подогретый воздух) или увеличить воздухообмен за счёт рециркуляции с функцией обеззараживания воздуха и инактивации микроорганизмов.



Принцип работы рециркулятора-обеззараживателя TION

Бризеры хорошо подойдут для небольших помещений, например, для квартир или небольших кабинетов в офисах. Чтобы организовать дополнительный трёхкратный воздухообмен (а именно такое увеличение кратности обеспечивает значимое снижение уровня обсеменённости воздуха), бризеры подбираются из расчёта один прибор на помещение объёмом 50 м^3 (примерно 15 м^2 при стандартной высоте потолков).

Наиболее экономичным способом увеличить кратность воздухообмена является организация рециркуляции воздуха с надлежащим уровнем обеззараживания и инактивации микроорганизмов.

По наблюдениям специалистов TION, в офисах, в которых устанавливают оборудование для улучшения микроклимата, сотрудники на 35–46 % реже ходят на больничные из-за ОРВИ

Компания исследует изменение числа заболевших в компаниях, в которых реализованы проекты с установкой оборудования TION. Например, проводилось сравнение обезличенных данных по открытым по причине ОРВИ больничным листам в двух офисах одной компании в один и тот же период. Для исследования были выбраны офисы одинаковой площади, в одном городе, с одинаковым числом сотрудников и с похожей рассадкой. В одном было установлено оборудование TION, в другом — нет. Сравнение показало, что в офисе с реализованным проектом сотрудники ходят на больничные из-за вирусных инфекций на 35–46 % реже. Похожие цифры показывает и сравнение количества больничных в одном и том же офисе в годы до установки оборудования и после.

Например, комплексная технология обеззараживания и очистки воздуха TION прошла все необходимые лабораторные и клинические испытания в ходе регистрации оборудования в реестре медицинской техники, подтверждающие её эффективность и безопасность.

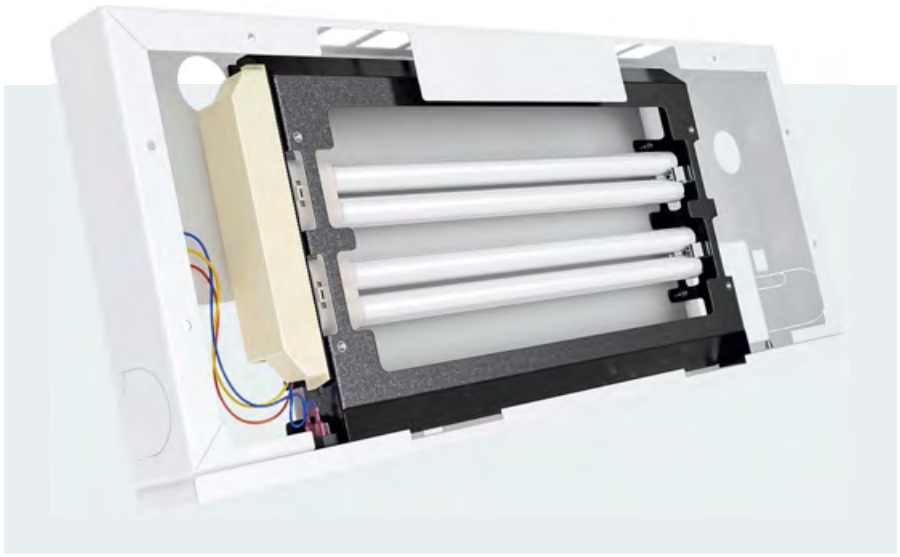
Также на оборудование TION есть заключение противочумного центра Роспотребнадзора об эффективности инактивации микроорганизмов первой-второй и третьей-четвёртой групп патогенности (коронавирус, вызывающий тяжёлую респираторную инфекцию COVID-19, отнесён ко второй группе патогенности).

Наиболее быстрый вариант с точки зрения монтажа — установка рециркуляторов (обеззараживателей-очистителей), таких как TION A100. Для обеспечения дополнительного трёхкратного воздухообмена данные установки также подходят для небольших помещений (одна установка на 15–20 м^2 при стандартной высоте потолков). Для помещений большой площади (например, опенспейсы и залы) целесообразно использовать канальные установки TION Eco производительностью до 900 м^3/ч при высоте установки 290 мм, до 3000 м^3/ч при высоте установки 350 мм. Они могут оснащаться малошумным вентилятором и воздухораспределительными решётками и размещаться в запотолочном пространстве (возможен монтаж в эксплуатируемом помещении без ущерба отделке). Расчёт необходимой производительности можно проводить исходя из количества людей (30–60 м^3/ч на человека) или из необходимого увеличения кратности воздухообмена.

Подход с применением рециркуляции воздуха с обеззараживанием и очисткой является наиболее экономичным, так как не требует энергозатрат на подготовку уличного воздуха (в первую очередь не нужен подогрев и охлаждение), при этом эффективность снижения концентраций микроорганизмов, аэрозолей, пыли, частиц PM2.5, вредных газов и прочих загрязнителей будет не хуже, чем при увеличении производительности приточно-вытяжной вентиляции.

Мнение специалиста в области системы здравоохранения

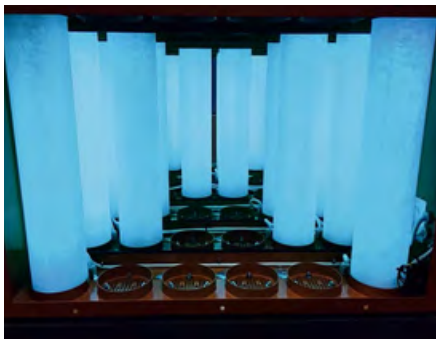
«Ни один руководитель клиники, по моему мнению, внутренне не убеждён в том, что рециркуляторы нужны. Все мы выполняем требования санитарно-эпидемиологического надзора, но эффект обычно не осязаем. Но когда мы поставили рециркуляторы в регистратуре, убедились в очевидном снижении заболеваемости, настолько значительном, что у нас сотрудники регистратуры практически не ходят на больничные из-за ОРВИ. Это наглядно показало нам, что рециркуляторы очень полезны и даже необходимы, особенно в эпоху подготовки к глобальным эпидемиям», — рассказал Михаил Андрушкевич, главный врач многопрофильной клиники «Санитас».



Илья Румянцев, технический директор компании Severcon

О правилах пользования вентиляцией в зданиях в период сезонных инфекций

— Так как нахождение в непроветриваемых помещениях вместе с носителем инфекции многократно повышает риск заражения, в общем случае необходимо перевести вентиляцию в режим прямой подачи свежего воздуха и увеличить продолжительность и кратность её работы. В случае применения роторных рекуператоров их работу стоит приостановить, но если используются рекуператоры, исключающие прямой контакт приточного и вытяжного воздуха, то их эксплуатацию можно продолжить. При этом вентиляцию рекомендуется перевести в режим работы 24/7. В период инфекционных заболеваний можно пренебречь энергоэффективностью и тепловым комфортом — более важно предотвратить загрязнение и защитить здоровье населения.



О технологиях и схемах построения ВиК, позволяющих минимизировать распространение инфекций

Для снижения риска переноса инфекции необходимо отказаться от рециркуляции воздуха между несколькими помещениями. Децентрализованные схемы вентиляции, ориентированные на индивидуальную подачу свежего воздуха, в таких ситуациях имеют максимальные преимущества. Особое внимание стоит уделить применению секций обеззараживания воздуха, которые ранее использовались только в помещениях медназначения.

Об универсальных решениях для полной чистоты воздуха

Давно разработана и внедрена система «чистых» помещений, которая обеспечивает практически полную чистоту воздуха, но распространить такую практику на все помещения невозможно и избыточно. Ведь соблюдение элементарных правил и внедрение систем обеззараживания воздуха позволяет многократно снизить количество вирусов и бактерий даже в помещениях с постоянным притоком новых людей. Но из-за притока посетителей, некоторые из которых могут быть инфицированными, обеспечить абсолютную защиту практически невозможно.

О системах фильтрации, актуальных в период распространения сезонных инфекций

Большинство изученных вирусов имеют размер от 20 до 300 нм. По имеющейся на данный момент информации средний размер вируса COVID-19 составляет 0,1 мкм или 100 нм. Это значит, что отфильтровать вирусы из воздуха крайне сложно, а с помощью HEPA-фильтров совсем невозможно. Но существуют эффективные технологии обеззараживания воздуха: ультрафиолетовое излучение, электростатическая фильтрация и фотокатализ. При этом первые два способа имеют ряд существенных недостатков, таких как выработка озона и ограниченная инактивация микрофлоры. А эффективность фотокатализа зависит от баланса между мощностью УФ-излучения и производительностью по очищаемому воздуху, который достигается только в профессиональном оборудовании.

На рынке РФ уже два года под брендом Energolux предлагаются профессиональные обеззараживатели воздуха на основе фотокатализа в двух исполнениях:

1. Специальный модуль, который используется в паре с внутренним блоком кондиционера настенного типа и позволяет использовать даже режим рециркуляции воздуха.

2. Секция обеззараживания в вентиляционных установках.

Оба типа обеспечивают эффективную очистку либо рециркуляционного, либо приточного воздуха, обеспечивая защиту не только от коронавируса, но и других болезнетворных бактерий и вирусов, а также аллергенов и других органических загрязнений.

Для снижения риска переноса инфекции необходимо отказаться от рециркуляции воздуха между несколькими помещениями. Децентрализованные схемы вентиляции, ориентированные на индивидуальную подачу свежего воздуха, в таких ситуациях имеют максимальные преимущества. Особое внимание стоит уделить применению секций обеззараживания воздуха

Заключение от редакции

Эксперты высказали свои мнения, основанные на их богатом профессиональном опыте, за что мы им очень благодарны. Надеемся, что информация, полученная от них, окажет ощутимую помощь в процессе создания безопасных и эффективных систем вентиляции. Со своей стороны ещё раз напомним непреложную истину: здоровье человека находится прежде всего в его собственных руках.

И с нами согласна и генеральный директор компании «ВОЛЬФ Энергосберегающие системы» Эльвира Богданова: «*Из всего происходящего мы пока можем сделать вывод, что нет иного выхода для человека, кроме как укреплять иммунитет. К сожалению, его нельзя купить в аптеке. Иммунитет поддерживается в том числе здоровым образом жизни, качеством питания и окружающей среды. Когда мы рассказываем всем о важности бытовой приточно-вытяжной вентиляции, мы всегда говорим о влиянии свежего воздуха на наш организм, на здоровье, настроение, на все базовые процессы. На этом строится и восприимчивость к вирусам, и стрессоустойчивость. И сейчас мы как никогда понимаем, насколько это важно.*

Будьте здоровы и не экономьте на себе и своих близких!»

Конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология»

В Москве, в рамках выставки «Мир Климата», при информационной поддержке журнала С.О.К. прошёл XVIII Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология».

Модератором главного события деловой программы форума — пленарной сессии на тему «Энергоэффективность при реализации нацпроектов: нормативное регулирование, технологическое обеспечение и международный опыт» — стал президент Ассоциации «АВОК Северо-Запад» **Александр Гримитлин**. «*Нельзя повысить комфорт и санитарную безопасность, не применяя энергоэффективные технологии и экологически безопасные материалы,* — констатировал Александр Гримитлин, открывая XVIII конгресс. — *Нельзя сохранить окружающую среду, не используя эффективные современные фильтрационные и инженерные системы. Все эти задачи необходимо решать в комплексе*».

Поэтому, как было отмечено в дальнейшей дискуссии, а также в связи с переходом в цифровой формат, изменением нормативно-технической и правовой баз, внедрением энергосберегающих технологий и экологичных материалов повышается роль проектировщиков. С докладом на эту тему выступил на форуме президент НОПРИЗ, народный архитектор, академик **Михаил Посохин**. «*Действительно, многое в энергосбережении зданий зависит от проектировщиков и архитекторов, от скорости внедрения BIM-технологий, так как именно они позволяют сегодня просчитать сценарии на всех этапах жизненного цикла объектов,* — заявил Михаил Посохин. — *Но нельзя забывать о том, что многое в энергосбережении зависит и от технологий, применяемых при реализации проекта*».

Этот тезис поддержал, выступая на конгрессе, вице-президент НОСТРОЙ **Антон Мороз**. «*Проектировщики сегодня применяют и закладывают современные технологии и энергосберегающие материалы,* — обратил внимание участников конгресса Антон Мороз. — *Но в реальности мы получаем объекты с невысоким классом энергоэффективности. Это проблема не только экономическая. Сегодня есть заказчики, готовые вкладываться в технологии. Есть нормативные нестыковки*».

Тему нормотворчества, а также реализацию процесса «регуляторной гильотины» затронул далее на пленарной сессии председатель секции «Энергосбережение» Экспертного совета по жилищной политике и ЖКХ Государственной Думы ФС РФ, первый вице-президент Международной

ассоциации фондов жилищного строительства и ипотечного кредитования **Валерий Казейкин**. Он также представил ряд практических примеров внедрения энергоэффективных технологий в современных условиях.

Примерами из практики наполнил своё выступление на конгрессе и вице-президент НОЭ **Леонид Питерский**.

Интерес у участников дискуссии вызвал доклад директора Национального центра энергоэффективности Министерства экономического развития РФ **Екатерины Кваши** о развитии сферы энергосбережения и энергоэффективности в РФ.

Как уже говорилось выше, BIM — технологии и создание информационной модели для современного проектировщика уже перестали быть экзотическими терминами. Но прогресс не стоит на месте, и сегодня в наш обиход вошли такие понятия, как математическое моделирование (методы вычислительной гидродинамики — CFD) и энергомоделирование. Это современные инструменты, используемые для проверки проектных инженерных решений на их соответствие функциональным задачам. О CFD и энергомоделировании на ранних стадиях проектирования зданий рассказали заместитель руководителя инженерной мастерской ООО «Проектное бюро АПЕКС» Дмитрий Климов и руководитель группы математического моделирования этого проектного бюро **Эмиль Султанов**.

Сегодня в наш обиход вошли такие понятия, как математическое моделирование (методы вычислительной гидродинамики) и энергомоделирование. Это современные инструменты, используемые для проверки проектных инженерных решений на их соответствие функциональным задачам

Завершилась дискуссия совместным докладом инженера-архитектора агентства проектного консалтинга «Содействие» **Татьяны Яцюк** и д.т.н., профессора Московского энергетического института **Ильдара Султангузина** об отражении цифровизации в строительной отрасли и новых возможностях для энергосбережения, а также для эффективного и разумного использования энергии. Далее деловую работу конгресса продолжили секции: «Энергоэффективные технологии в строительстве» и «Способы снижения энергопотребления системами ОВиК».

XIX Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология» пройдёт 19 ноября 2020 года в городе Санкт-Петербурге. ●

Главный редактор журнала С.О.К. Александр Гудко с экспертами (слева направо): Александром Гримитлиным (АВОК Северо-Запад), Алексеем Бусахиным (Союз «ИСЗС-Монтаж»), Андреем Строгиным (НИИ строительной физики) и Валерием Казейкиным (Госдума РФ)

Способы повышения эффективности работы многонасосных станций с использованием средств автоматического контроля и управления

Рецензия эксперта на статью получена 27.03.2020 [Expert review on the article received on Mart 27, 2020].

Как указывается в работах [5,11,12], большинство станций управления насосными агрегатами (НА) имеют следующий алгоритм работы: с помощью частотного электропривода регулируется частота вращения вала электродвигателя насоса, поддерживая необходимое давление на выходе насосной установки [6, 7].

Далее, основываясь на текущей частоте вращения насосного агрегата, производится дальнейшее формирование команд управления насосной станцией:

- подключение дополнительного насосного агрегата;
- отключение дополнительного насосного агрегата;
- переход в режим «сна».

Учитывая только значение текущего давления на выходе насосной установки и не беря во внимание дальнейшее водопотребление, невозможно определить рабочую точку насосной установки в последующие моменты времени, что непосредственно влияет на режим работы насосной установки и на её коэффициент полезного действия (КПД).

Работа по текущему алгоритму работы может привести к перерасходу электрической энергии, к возникновению дополнительных гидравлических ударов в системе водоснабжения и т.д.

Поэтому необходимо разработать адаптивные алгоритмы управления насосными станциями, которые могут заранее перестраивать работу системы с учётом спрогнозированного водопотребления.

На рис.1 показан процесс нахождения оптимального режима работы насосной установки.

То есть для того, чтобы вывести насосную остановку на режим работы с более высоким коэффициентом полезного действия (далее оптимальный режим работы), необходимо:

1. Определить текущий расход в каждый момент времени на насосной установке.

2. Определив значения текущего расхода за прошлый промежуток времени, провести прогнозирование водопотребления на необходимый промежуток времени в будущем.

3. Для спрогнозированного водопотребление определить рабочую точку насосной установки для различных комбинаций работы насосных агрегатов, входящих в состав данной насосной установки.

4. На основе проверенных комбинаций работы насосных агрегатов выбрать конкретный оптимальный режим работы насосной установки.

Далее рассмотрим каждый пункт более подробно.

УДК 628.12. Научная специальность: 05.23.04.

Способы повышения эффективности работы многонасосных станций с использованием средств автоматического контроля и управления

М. Л. Барбул, аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ, г. Санкт-Петербург); **В. М. Васильев**, д.т.н., профессор, СПбГАСУ; **Ю. Т. Котов**, д.т.н., профессор, Мытищинский филиал Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана (МГТУ, г. Мытищи); **С. В. Староверов**, к.т.н., доцент, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова (БГТУ, г. Белгород)

В статье описан алгоритм управления многонасосными станциями повышения давления, основанный на прогнозировании текущего водопотребления населением. Прогнозирование проводится с использованием авторегрессионного метода анализа и основано, на предположении, что значение прогнозируемого процесса линейно зависит от некоторого количества предыдущих значений того же процесса. Представлен алгоритм определения оптимального режима работы насосной установки повышения давления.

Ключевые слова: *насосная станция, водопотребление, прогнозирование, регрессия, алгоритм управления.*

UDC 628.12. Number of scientific specialty: 05.23.04.

Methods for improving the efficiency of multipump stations using automatic monitoring and control

M. L. Barbul, postgraduate student, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU); **V. M. Vasiliev**, Doctor of Technical Sciences, Professor, SPbGASU; **Y. T. Kotov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi Branch); **S. V. Staroverov**, PhD, Associate Professor, Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov

The article describes the control algorithm of multi-pump pressure boosting stations based on predicting the current water consumption by the population. Forecasting is carried out using the autoregressive analysis method and is based on the assumption that the value of the predicted process linearly depends on a number of previous values of the same process. An algorithm for determining the optimal operating mode of a pressure boosting pumping unit is presented.

Key words: *pumping station, water consumption, forecasting, regression, control algorithm.*

Рис. 1. Алгоритм выбора оптимального режима работы насосной установки

Определение текущего расхода на насосной установке

Сложность определения текущего расхода на насосном агрегате заключается в том, что изменение частоты вращения рабочего колеса насоса ведёт к изменению всех его рабочих параметров. При этом расход (подача) и перепад (напор) насосного агрегата зависят не только от частоты вращения, но также от статической составляющей напора или противодавления $H_п$, обусловленной работой других насосных агрегатов, и напора $H_ф$, создаваемого при нулевой подаче (фиктивный напор) [9,10].

В этом случае зависимость расхода (подачи) и перепада (напора) насосного агрегата от частоты вращения принимает следующий вид:

$$Q = Q_б\sqrt{\frac{\left(\frac{n}{n_{ном}}\right)^2 - \frac{H_п}{H_ф}}{1-\frac{H_п}{H_ф}}}; \qquad (1)$$

$$H = H_п + \left(H_б + H_п\right)\frac{\left(\frac{n}{n_{ном}}\right)^2 - \frac{H_п}{H_ф}}{1-\frac{H_п}{H_ф}}, \qquad (2)$$

где $H_п$ — статическая составляющая напора или противодавление, обусловленное работой других НА, м; $H_ф$ — напор, создаваемый при нулевой подаче (фиктивный напор), м; n — текущая частота вращения насосного агрегата, мин$^{-1}$; $n_{ном}$ — номинальная частота вращения насосного агрегата, мин$^{-1}$; $Q_б$ — подача (расход), создаваемый НА при номинальной частоте вращения, м^3/с; $H_б$ — перепад (напор), создаваемый насосным агрегатом при номинальной частоте вращения, м; Q — подача (расход), создаваемый насосным агрегатом при текущей частоте вращения, м^3/с; H — перепад (напор), создаваемый насосным агрегатом при текущей частоте вращения, м.

Методика определения фиктивного напора $H_ф$ и противодавления $H_п$ подробно описана в [2].

Прогнозирование водопотребления населением

На основании проведённых исследований водопотребления населением были выявлены данные закономерности [3]:

1. Форма графика суточного водопотребление изменяется циклично, то есть водопотребление одного дня недели повторяет водопотребление другого дня недели. Особенно это видно для понедельника, вторника, среды, четверга и пятницы.

2. Пики минимального и максимального водопотребления приходятся примерно на одно и то же время.

Изменение частоты вращения рабочего колеса насоса ведёт к изменению всех его рабочих параметров. В этом заключается сложность определения текущего расхода на насосном агрегате

Поскольку водопотребление меняется циклично, то возможно произвести прогнозирование водопотребления на последующие дни недели.

В данной работе применяется метод авторегрессионной модели прогнозирования и скользящего среднего, который основан на предположение о том, что значение процесса $Z(t)$ линейно зависит от некоторого количества предыдущих значений того же процесса $Z(t-1)$, …, $Z(t-p)$ [1] и записывается в следующем виде:

$$Z(t) = C + \varphi_1 Z(t-1) + \varphi_2 Z(t-2) + \\ + \ldots + \varphi_p Z(t-p) + \frac{1}{q}[Z(t-1) + \\ + Z(t-2) + \ldots + Z(t-q)] + \varepsilon_t, \qquad (3)$$

где C — вещественная константа; p — порядок авторегрессии; φ_p — коэффициенты регрессии; $Z(t-p)$ и $Z(t-q)$ — предыдущие значения процесса; q — порядок скользящего среднего; $Z(t)$ — прогнозируемый процесс; ε_t — ошибка прогнозирования.

В нашем случае для задачи прогнозирования водопотребления мы можем получить систему уравнений [3]:

$$\begin{cases} Q(t+1) = \varphi_0 + \varphi_1 Q(t-1) + \\ + \varphi_2 Q(t-2) + \ldots + \varphi_p Q(t+1-p); \\ Q(t) = \varphi_0 + \varphi_1 Q(t-1) + \\ + \varphi_2 Q(t-2) + \ldots + \varphi_p Q(t-p); \\ Q(t-1) = \varphi_0 + \varphi_1 Q(t-1) + \\ + \varphi_2 Q(t-2) + \ldots + \varphi_p Q(t-1-p); \\ \ldots \\ Q(t-k) = \varphi_0 + \varphi_1 Q(t-1) + \\ + \varphi_2 Q(t-2) + \ldots + \varphi_p Q(t-k-p), \end{cases} \qquad (4)$$

где $Q(t+1)$ — прогнозируемое водопотребление (расход), м^3/с; $Q(t)$ — водопотребление за прошлые промежутки времени (расход), м^3/с; p — порядок авторегрессии; φ_p — коэффициенты регрессии; k — общее число уравнений в данной системе уравнений.

Для этой системы уравнений мы знаем все значения водопотребления $Q(t)$, поэтому, используя метод наименьших квадратов, можно легко определить коэффициенты φ_p и далее определить прогнозируемое водопотребление $Q(t+1)$.

На основании проведённых вычислений и измерений водопотребления было выявлено, что оптимальное значение порядка авторегрессии $p = 12$ (для случая определения водопотребления каждый час), а необходимое число уравнений в системе уравнений (4) $k = 72$. Для сглаживания пиков водопотребления, которые спрогнозировать достаточно сложно, дополняем нашу модель авторегрессии моделью скользящего среднего порядка $q = 2$. При этом ошибка прогнозирования суточного водопотребления не превышает 7 %.

Эффективность работы предложенного способа прогнозирования водопотребления на основе авторегрессионной модели с использованием модели скользящего среднего будет зависеть от того, насколько полученная функция водопотребления, выражающая неоднозначность значений, согласуются с реальной жизненной ситуацией. Более того, эта ситуация постоянно изменяется при смене времени года, при появлении новых потребителей, при изменении параметров гидравлической сети и т.д. Поэтому данная система должна быть наделена способностью адаптации.

Процесс адаптации водопотребления показан на рис. 2.

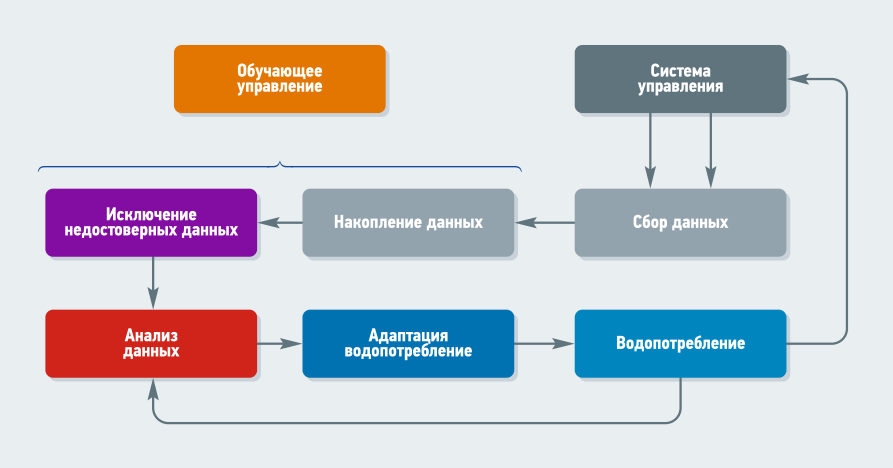
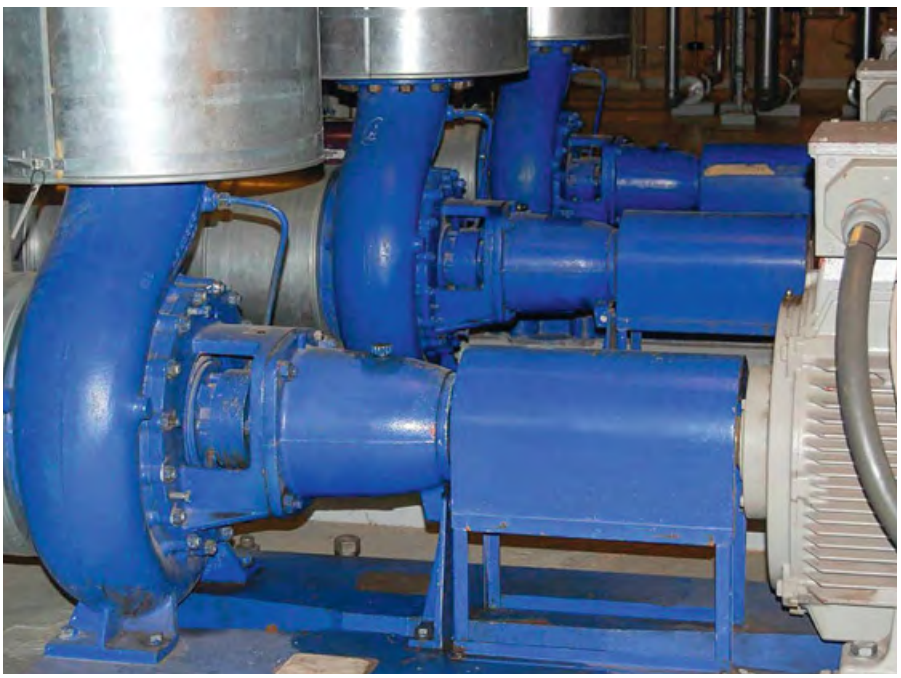


Рис. 2. Адаптация водопотребления

Прогнозирование будних дней недели строится на основании значений водопотребления последних трёх будних дней недели с помощью авторегрессионной модели прогнозирования с использованием модели скользящего среднего. В случае отклонения среднеквадратичного отклонения реального значения от спрогнозированного более чем на 7 %, для дальнейшего прогнозирования выбирается спрогнозированное значение (реальное значение считается ошибочным и эти данные исключается). При повторении ситуации в следующие дни недели — в расчёт берутся реальные значения (идёт смена режима водопотребления, происходит процесс адаптации).

Для выходных и праздничных дней прогнозирование водопотребления ведётся аналогично будним дням недели с учётом, что в первый выходной день в максимальное время водоразбора значение водопотребления принимается, как среднее значение максимальных водопотреблений в первой половине дня предыдущих трёх дней недели. Прогнозирование последующих выходных дней ведётся на основании фактических данных предыдущих выходных дней.



Определение рабочей точки насосной установки для различных комбинаций работы насосных агрегатов

Рабочую точку насосного агрегата определяют следующие три параметра.

I. Расход $Q_{НА}$, который должен создать насосный агрегат в момент времени t.

В нашем случае расходом является спрогнозированное водопотребление (определено в предыдущем пункте) в момент времени $Q(t+1)$.

II. Перепад давления $p_{НА}$, которое должен создать насосный агрегат в момент времени t.

Давление на выходе многонасосной станции $p_{вых}$ можно найти из уравнения:

$$\rho g h_A + p_{вх} + p_{НА} = \\ = p_{вых} + \rho g h_C + f(Q), \quad (5.1)$$

где $p_{вых}$ — давление перед насосным агрегатом, МПа; $p_{НА}$ — перепад давлений, который создаёт насосный агрегат, МПа; $h_A = h_C$ — высота над уровнем моря точек входного и выходного патрубка насосной установки, м; $f(Q)$ — гидравлические потери, МПа; ρ — плотность жидкости, кг/м^3; g — ускорение свободного падения, м/с^2.

Поскольку датчик давления в контролируемой точке находится на выходе насосной станции, то значение гидравлических потерь мало и ими можно пренебречь. В итоге уравнение примет вид:

$$p_{вых} = p_{вх} + p_{НА}, \quad (5.2)$$

то есть давление на выходе станции зависит только от давления воды на входе и перепада давления, создаваемого насосным агрегатом.

Поскольку давление на выходе насосной станции поддерживается постоянным, то перепад давления на насосном агрегате в каждый момент времени из уравнения (5.2) можно определить как:

$$p_{НА} = p_{вых} - p_{вх}. \quad (5.3)$$

Если предположить, что давление воды на входе в насосную станцию будет постоянным, то по уравнению (5.3) можно определить необходимый перепад, который должен создавать насосный агрегат.

III. Частота вращения насосного агрегата для обеспечения расхода $Q_{НА}$ и перепада давлений $p_{НА}$ в момент времени t.

В работах [9,10] показано, что превышение напора является одной из причин возникновения потерь электроэнергии в насосных установках. Следовательно, целесообразно поддерживать такую частоту вращения насоса, при которой геометрическое место рабочих точек насосного агрегата лежало бы на рабочей характеристике трубопровода. В этом случае оптимальная частота вращения насосного агрегата имеет вид [9]:

$$n = n_{ном}\sqrt{\frac{H_п}{H_ф} + \left(1 - \frac{H_п}{H_ф}\right)\left(\frac{Q}{Q_б}\right)^2}, \quad (6)$$

где $H_п$ — статическая составляющая напора или противодавление, обусловленное работой других насосных агрегатов, м; $H_ф$ — напор, создаваемый при нулевой подаче (фиктивный напор), м; n — частота вращения насосного агрегата, мин$^{-1}$; $n_{ном}$ — номинальная частота вращения насосного агрегата, мин$^{-1}$; $Q_б$ — наибольшая для данной системы подача насоса, м^3/с; Q — необходимая подача насоса, м^3/с.

Работа насоса с частотой вращения, определяемое уравнением (6), обеспечивает поддержание минимальных значений напора на выходе насосной установки во всём диапазоне изменения её подачи. Благодаря ликвидации превышения напора энергопотребление насоса уменьшается до возможного минимума [9].

Выбор оптимального режима работы насосной установки

Для каждой рабочей точки спрогнозированного водопотребления через равные промежутки времени (в нашем случае каждый час) определяется КПД насосного агрегата [8]:

$$\eta_{НА} = \eta_{нас} + \eta_{дв} + \eta_{ПЧ}, \quad (7)$$

где $\eta_{нас}$ — КПД насоса; $\eta_{дв}$ — КПД электродвигателя; $\eta_{ПЧ}$ — КПД преобразователя частоты. Методика определения величин $\eta_{нас}$, $\eta_{дв}$ и $\eta_{ЧП}$ описана в [4].

При этом КПД насосного агрегата по формуле (7) определяется для различных комбинаций работы насосной установки:

- работает только один насосный агрегат, поддерживая необходимое давление в заданной точке;
- работают два насосных агрегата на одной частоте вращения, поддерживая необходимое давление в заданной точке;
- работают два насосных агрегата, при этом один насосный агрегат работает на фиксированной частоте вращения, второй насосный агрегат — на изменяемой частоте вращения, поддерживая необходимое давление в заданной точке.

Предлагается адаптивный метод управления многонасосными станциями, который в режиме реального времени может заранее перестраивать работу многонасосной установки (с учётом спрогнозированного водопотребления) на режим работы с более высоким КПД

Далее выбирается режим работы станции управления с максимальным КПД (более подробно см. [4]). В итоге новый способ управления многонасосными станциями позволяет снизить относительное энергопотребление на 7 % без каких-либо дополнительных затрат.

Выводы

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Существующие методы управления насосными станциями основываются только на частоте вращения насосного агрегата и в своём алгоритме работы не учитывают один из важных факторов работы насосной установки — будущее водопотребление.

2. Разработан адаптивный способ прогнозирования изменения водопотребления, учитывающий сезонное изменение водопотребления населением, изменение сети водоснабжения и т.д.

3. Предлагается адаптивный метод управления многонасосными станциями, который в режиме реального времени может заранее перестраивать работу многонасосной установки (с учётом спрогнозированного водопотребления) на режим работы с более высоким КПД.

1. Бокс Дж., Дженкинс Г.М. Анализ временных рядов, прогноз и управление. — М.: Мир, 1974. 406 с.
2. Барбул М.Л., Котов Ю.Т. Определение рабочей точки насосного агрегата при наличии противодавления // Естественные и технические науки, 2016. №10. С. 152–159.
3. Барбул М.Л., Староверов С.В. Прогнозирование водопотребления населением на основе авторегрессионной модели // Энергобезопасность и энергосбережение, 2018. №6. С. 40–43.
4. Барбул М.Л., Староверов С.В. Способ управления многонасосными станциями с учётом текущего водопотребления [Электр. текст] // Вестник Евразийской науки, 2018. №5. Режим доступа: esj.today.
5. Барбул М.Л., Староверов С.В., Феоктистов А.Ю. Современные алгоритмы управления многонасосными станциями // Энергосбережение и водоподготовка, 2018. №5. С. 9–15.
6. Васильев В.М., Фёдоров С.В., Кудрявцев А.В. Насосы и насосные станции: учеб. пособие. Ч. I. — СПб.: СПбГАСУ, 2017. 131 с.
7. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Т. 3: Системы распределения и подачи воды. — М.: Изд-во АСВ, 2004. 256 с.
8. Лезнов Б.С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. — М.: Машиностроение, 2013. 176 с.
9. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках. — М.: Энергоатомиздат, 2006. 360 с.
10. Фащиленко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий: учеб. пособие. — М.: Горная книга, 2011. 260 с.
11. León Celi Chr.F., Iglesias-Rey P.L., Martinez Solano F.J. Energy optimization of supplied flows from multiple pumping stations in water distributions networks. Procedia Engineering. Vol. 186. 2017. Pp. 93–100.
12. Bagloee S.A., Mohsen A., Patriksson M. Minimization of water pumps' electricity usage: A hybrid approach of regression models with optimization. Expert Systems with Applications. Vol. 107. October 2018. Pp. 222–242.

References — see page 78.

Моделирование в COMSOL Multiphysics условий армирования углепластиком изделий для ЖКХ

Рецензия эксперта на статью получена 27.02.2020 [Expert review on the article received on February 27, 2020].

Введение

Заложенная при разработке прочность корпусных деталей и опорных элементов многих изделий ЖКХ обусловлена их функциональными и технико-экономическими характеристиками. Чтобы в период эксплуатации длительно сохранять на необходимом уровне устойчивость каркаса изделий, применяют ряд восстановительных технологических мероприятий. Например, часто используется технология армирования деталей конструкций углепластиком [1–4]. Это значительно увеличивает прочность без особого изменения структуры изделия. При этом, кроме высоких механических характеристик углепластика, используют также и другие его важные особенности. Углепластик применяют как декоративный материал для отделки салонов транспортных средств, интерьеров офисных помещений и залов. Учитывается также, что слой углепластика не позволяет проникать многим смесям, красителям, образуя своеобразный сорбентный щит, который служит для защиты конструкционных материалов.

При производстве изделий ЖКХ, строительстве коммуникаций, создании городской инфраструктуры используются различные конструкционные материалы. Это могут быть металлы, пластик, бетон, а также дерево в широком ассортименте. Следовательно, и процессы армирования различных изделий будут отличаться рядом специфических особенностей, определяющих качество и эффективность результата проделанных работ. Эти особенности также влияют как на надёжность и долговечность изделий при эксплуатации, так и на их потребительские и эстетические свойства. Такие отличительные особенности, как и многие другие условия технических приёмов процесса армирования, важно заранее знать и учитывать. Этому успешно способствуют современные информационные технологии, позволяющие использовать данные о состоянии объекта, процесса или явления, накопленные знания мировой наукой и практикой.

Своевременное проведение на трубопроводных системах ремонтно-восстановительных работ — одно из путей решения задач эффективной эксплуатации подобных систем

В связи с этим, например, в новой версии 5.5 ПО COMSOL Multiphysics усовершенствован модуль Composite Materials. Теперь интерфейс Layered Shell совместно с интерфейсами Solid Mechanics и Shell позволяет моделировать соединение слоистых оболочек с твёрдыми телами и оболочками. Таким образом, возможно моделирование процесса армирования деталей углепластиком с предварительной оценкой распределения напряжений и деформаций при силовом соединении ламината углепластика с твёрдой подложкой. При этом также доступна визуализация с высокой точностью и достоверностью характеристик состояния слоёв углепластика в ламинате [5]. Это важно, так как одной из проблем силового соединения многих тонких пластин и оболочек является повышенная деформация их кромок. А в данном случае это может привести к нежелательному краевому эффекту, способствующему со временем началу локального процесса расслаивания ламината и, как следствие, отказу работоспособности изделия в целом [5–8].

Представленный в статье материал является результатом анализа подобных исследований и собственных разработок методами моделирования и исследования функциональных характеристик изделий из углепластика, включая поиск путей повышения надёжности и долговечности при эксплуатации [8–9].

УДК 678.8. Научная специальность: 05.23.03.

Моделирование в COMSOL Multiphysics условий армирования углепластиком изделий для ЖКХ

В. А. Сучилин, д.т.н., профессор; **А. С. Кочетков**, старший преподаватель; **Н. Н. Губанов**, старший преподаватель, Российский государственный университет туризма и сервиса (РГУТиС)

Высокие функциональные характеристики углеволокна дают основание считать его универсальным конструкционным материалом, который можно использовать в оборудовании для восстановления прочности деталей, в инфраструктуре ЖКХ для решения задач строительства, ремонта и реставрации сооружений. При анализе процессов армирования углепластиком сделаны выводы, что недостаточная изученность подобных задач обуславливает необходимость их моделирования. Предложена соответствующая методика моделирования в ПО COMSOL Multiphysics.

Ключевые слова: *углепластик, армирование, функциональные характеристики, краевой эффект, компьютерное моделирование.*

UDC 678.8. The number of scientific speciality: 05.23.03.

Modeling in COMSOL Multiphysics of conditions for reinforcing of carbon fiber products for housing and communal services

V. A. Suchilin, Doctor of Technical Sciences, Professor; **A. S. Kochetkov**, senior lecturer; **N. N. Gubanov**, senior lecturer, Russian State University of Tourism and Service (RSU TS)

The high functional characteristics of carbon fiber give reason to consider it a universal structural material that can be used in equipment to restore the strength of parts, in the housing and communal services infrastructure for solving the problems of construction, repair and restoration of structures. When analyzing the processes of carbon fiber reinforcement, it was concluded that the insufficient knowledge of such problems necessitates their modeling. The corresponding modeling technique in COMSOL Multiphysics software is proposed.

Key words: *carbon fiber reinforced plastics, reinforcement, functional characteristics, edge effect, computer simulation.*

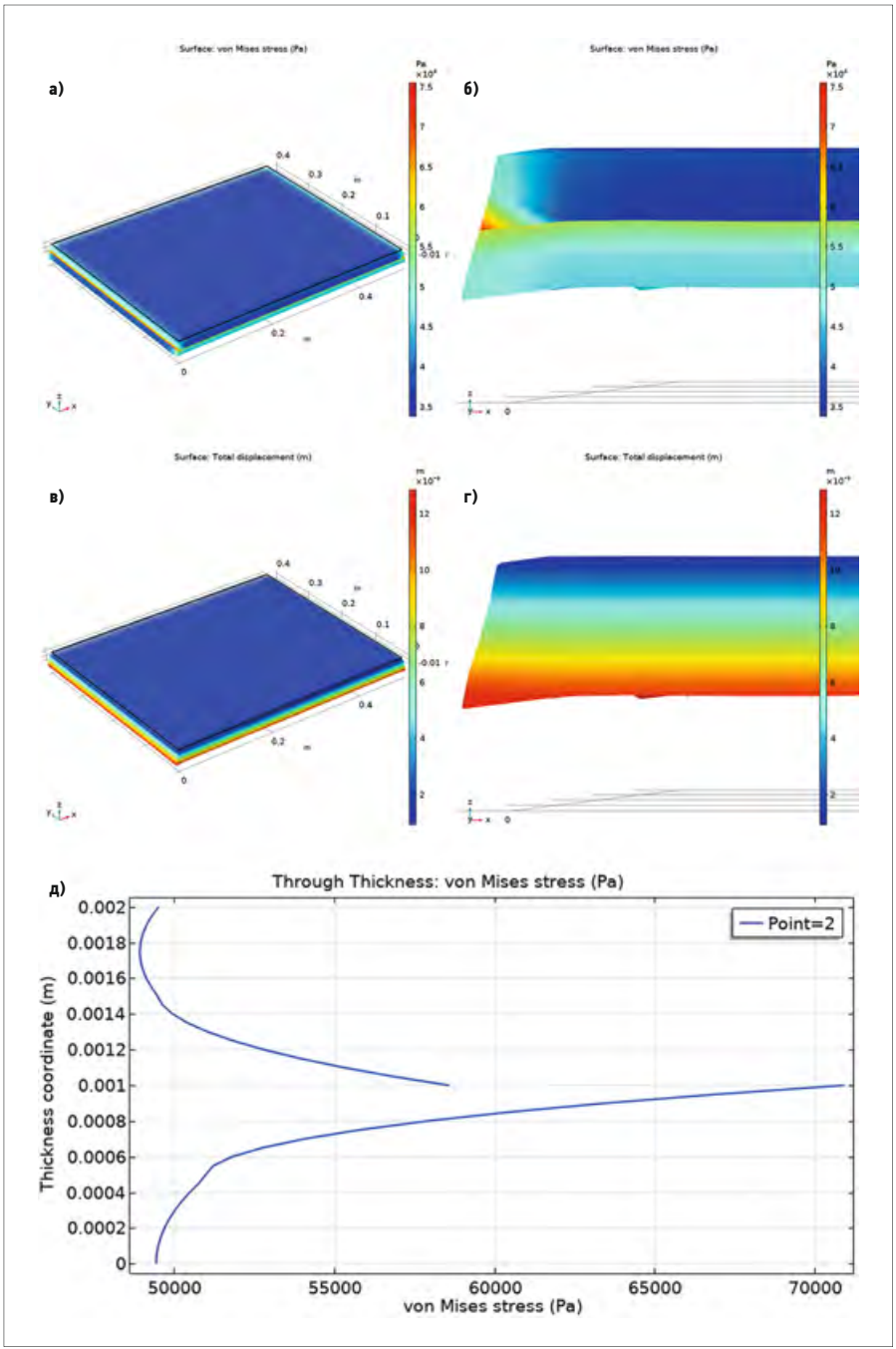


Рис. 1. Исследование условий армирования стальной подложки углепластиком (модель 1) [**а** — распределение напряжений по Мизесу в слоях ламината, **б** — то же в проекции вдоль направления оси *Oy* (фрагмент в увеличенном масштабе), **в** — распределение деформации в слоях ламината, **г** — то же в проекции вдоль направления оси *Oy* (фрагмент в увеличенном масштабе), **д** — распределение напряжения по Мизесу по толщине в передней правой краевой области ламината]

В геометрии модели слоистая оболочка выполнена из углеродного волокна и эпоксидной смолы. Свойства гомогенизированного ортотропного материала включают механические характеристики, приведённые в таблице исходных параметров модели, а параметры твёрдого тела (подложки) соответствуют конструкционной стали. Плоские размеры подложки в виде прямоугольника (0,4×0,5 м) равны размерам пластины ламината.

Ограничения оболочки по отношению твёрдого тела обеспечиваются приложенной к ней нормально направленной нагрузкой, твёрдое тело фиксируется как неподвижный элемент.

Обычно углепластик крепится к твёрдой подложке с помощью адгезива на основе эпоксидной смолы с последующим приложением силы. В зависимости от габаритов изделия (детали) и пространственного расположения армированной поверхности силовое воздействие на ламинат может осуществляться, например, с помощью нормально направленной равномерно-распределённой нагрузки по поверхности (прессование) или приложением нормально направленной равномерно-сосредоточенной нагрузки. Последняя чаще всего реализуется при перемещении вдоль ламината, что характерно для процесса армирования (прикатывание) с помощью прижимного валика. Важно также учитывать в структуре ламината разное количество слоёв и различные ориентации волокон в слоях, влияющие на распределение напряжений и деформаций в ламинате при армировании [6–8].

Априори можно предположить, что при равномерном распределении напряжений и равномерной деформации слоёв ламината при армировании можно рассчитывать на качество крепления ламината к подложке, следовательно, будет обеспечена эффективность процесса армирования, а также надёжность и долговечность изделия при эксплуатации.

Исследование состояния ламината при армировании стальной подложки углепластиком методом прессования представлено на модели 1, а результаты показаны на рис. 1. Сила, приложенная к верхней поверхности ламината, равна 10 кН; ламинат состоит из двух слоёв с послойной укладкой снизу вверх относительно оси *Ox* [0°/90°].

Силовое воздействие на ламинат может осуществляться с помощью нормально направленной равномерно-распределённой нагрузки

На рис. 1а показано распределение напряжения по Мизесу в слоях ламината. Видно, что напряжение на свободных поверхностях нижнего и верхнего слоёв ламината равномерно и равно примерно $3{,}5\times10^4$ Па, что создаёт необходимые условия для соединения ламината с твёрдой подложкой с помощью адгезива. Однако на краях ламината между слоями в области кромок наблюдается повышение напряжения до 5×10^4 и 7×10^4 Па.

Более наглядно это иллюстрируется на рис. 1б, где показан фрагмент ламината в увеличенном масштабе в проекции вдоль направления оси *Oy*. Видно также, что кромка нижнего слоя сместилась влево (такое же смещение правой кромки на фрагменте не показано), в то время как кромки верхнего слоя практически остались без смещения. Это явление можно объяснить снижением упругости волокон углепластика нижнего слоя ламината с ориентацией 0° при действии нормально направленной нагрузки через волокна верхнего слоя с ориентацией 90°. Полученное явление нежелательно, так как при армировании конструкции с данными показателями состояния ламината может негативно отразиться на качестве изделия при эксплуатационной нагрузке [6].

На рис. 1в отображена деформация слоёв ламината. Видно, что упругая деформация от действия приложенной нагрузки на свободных поверхностях нижнего и верхнего слоёв равномерна и составляет 10×10^{-9} и $3{,}5\times10^{-9}$ м, соответственно. В целом деформация слоёв незначительная. Однако, при рассмотрении фрагмента ламината в увеличенном масштабе в проекции вдоль направления оси *Oy*, на рис. 1г также видно смещение нижнего слоя ламината, объясняющее явление неравномерности деформации слоёв при практически равном напряжении в них, особенно в зоне кромок между слоями (рис. 1б). Как было уже отмечено выше, это нежелательное явление, которое на реальном изделии может привести к краевому эффекту, характерному для слоистых материалов при воздействии определённого вида нагрузок [6].

В связи с выявлением при анализе напряжений и деформаций в слоях ламината возможности возникновения краевого эффекта проведена оценка напряжения по Мизесу по толщине ламината на краю слоёв в зоне кромок. На рис. 1д показано распределение напряжения по Мизесу в передней правой краевой области. Приложение нормально направленной нагрузки к верхнему слою ламината приводит к тому, что после некоторой неустойчивости напряжения в зоне 5×10^4 Па оно плавно растёт и достигает примерно $5{,}8\times10^4$ Па на границе с нижним слоем. В нижнем же слое напряжение сразу приобретает максимальное значение 7×10^4 Па, далее плавно падает до $5{,}2\times10^4$ Па. С этого момента напряжение в нижнем слое становится неустойчивым и на границе с твёрдой подложкой равно примерно $4{,}9\times10^4$ Па.

Скачкообразное изменение напряжения в слоях ламината в зоне кромок можно объяснить возникновением неравномерности упругих свойств углепластика с ориентацией слоёв [0°/90°] на краях ламината при армировании с помощью операции прессования, что может быть причиной краевого эффекта при эксплуатации реального изделия.

Дальнейшее исследование характеристик состояния ламината при армировании стальной подложки углепластиком проводилось на модели 2. Модель 2 отражает процесс армирования углепластиком методом прикатывания валиком слоёв ламината к стальной подложке. Результаты исследования показаны на рис. 2.

Ламинат также состоял из двух слоёв с послойной укладкой снизу вверх относительно оси *Ox* [0°/90°]. Приложенная нагрузка от прижимного валика является нормально-направленной равномерно сосредоточенной силой на узкой прямоугольной площадке размером 5×400 мм, получающей перемещение вдоль ламината по оси *Ox*. Прижимной валик предполагается закреплённым на исполнительном звене манипулятора, что обеспечивает ему качение с постоянной скоростью перемещения 5 см/с и силой прижатия к ламинату 100 Н.

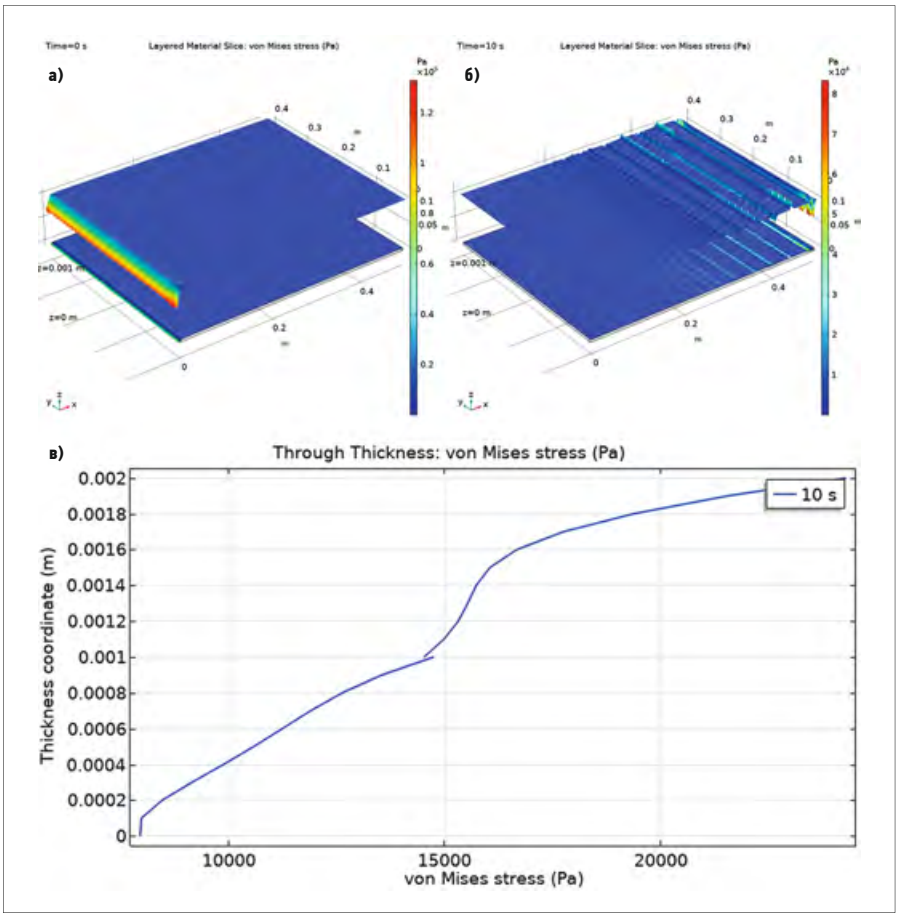


Рис. 2. Исследование условий армирования стальной подложки углепластиком (модель 2) [а — распределение напряжений по Мизесу в слоях ламината при начальном крайнем левом положении прижимного валика (время 0 с); **б** — то же при крайнем правом положении валика (время 10 с), **в** — распределение напряжения по Мизесу по толщине в дальней правой краевой области ламината]

Условием качества крепления ламината к подложке при армировании методом прикатывания валиком и, следовательно, надёжности и долговечности изделия при эксплуатации также является обеспечение равномерности напряжения и деформации на поверхностях слоёв ламината.

Скачкообразное изменение напряжения в слоях ламината в зоне кромок можно объяснить возникновением неравномерности упругих свойств углепластика с ориентацией слоёв [0°/90°] на краях ламината при армировании с помощью операции прессования

На рис. 2а показано распределение напряжения по Мизесу на нижних поверхностях слоёв ламината при начальном положении прижимного валика (время движения валика 0 с). Слои для наглядности отделены друг от друга. Видно, что под валиком напряжение на нижней поверхности верхнего слоя в целом равномерное и равно примерно $1{,}2\times10^5$ Па с небольшим увеличением к краям, а напряжение на поверхности нижнего слоя в зоне действия прижимного валика меньше, также в целом равномерно распределено и равно примерно $0{,}2\times10^5$ Па. Вслед за этим валик начинает качение вдоль оси *Ox* с постоянной силой давления на ламинат.

На рис. 2б показано распределение напряжения по Мизесу на поверхностях слоёв ламината при конечном положении прижимного валика на правом конце ламината (время движения валика 10 с). Видно, что силовое действие прижимного валика передавалось через верхний слой на нижний, образуя на них распределение деформации в виде упругих поперечных волн. Напряжения в конечном положении валика на нижней поверхности верхнего слоя и нижней поверхности нижнего слоя примерно равны 4×10^4 Па.

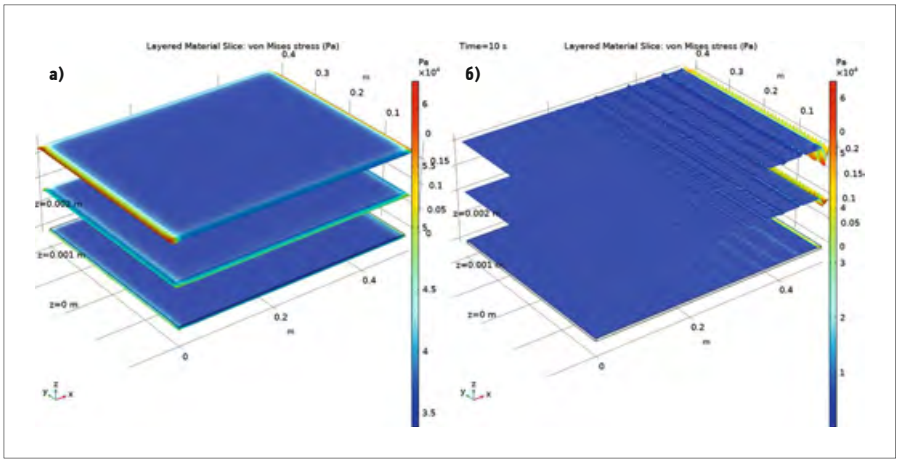
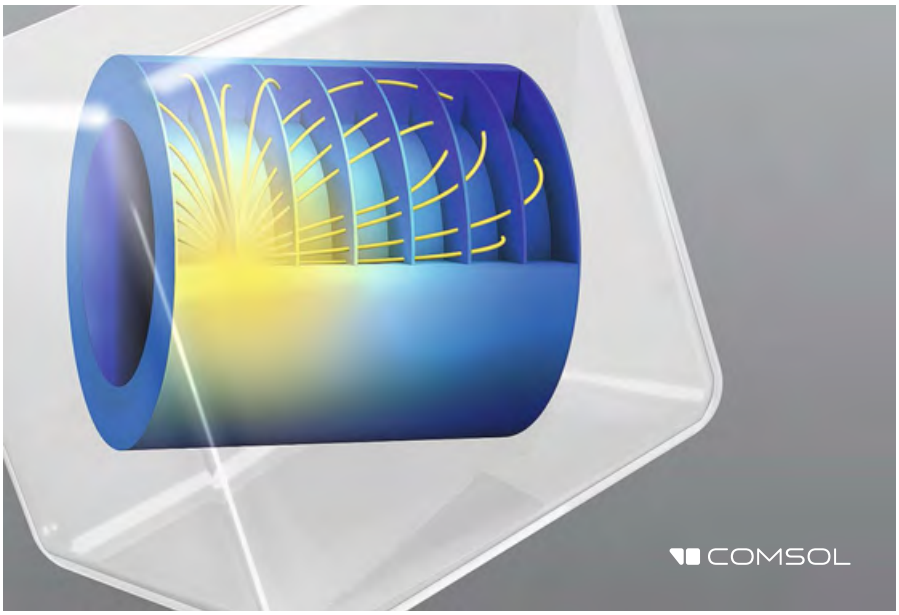


Рис. 3. Исследование условий армирования стальной подложки углепластиком (модель 3) [а — распределение напряжений по Мизесу на нижних поверхностях слоёв ламината (способ прессования), б — распределение напряжений по Мизесу в слоях ламината при крайнем правом положении валика (время 10 с, способ прикатывания валиком)]

Видно затухание упругой волны в слоях ламината на предыдущих участках движения прижимного валика, создающее необходимое прилегание нижней поверхности нижнего слоя к металлической подложке, что будет способствовать хорошему соединению ламината с твёрдой подложкой с помощью адгезива. Однако в области угловых кромок ламината (справа и слева по оси *Oy*) в верхнем слое напряжение значительно выше 8×10^4 Па, что и в этом случае может быть причиной краевого эффекта при эксплуатации реального изделия.

В связи с выявлением при исследовании напряжений в слоях ламината участков с возможным возникновением краевого эффекта при эксплуатации изделий, армированных данным ламинатом, проведена оценка напряжения по Мизесу по толщине ламината на краю слоёв в зоне кромок. На рис. 2в показано распределение напряжения по Мизесу по толщине в дальней правой краевой области. Видно, что при приложении нормально направленной нагрузки от прижимного валика к поверхности верхнего слоя в нём возникает напряжение $2{,}4 \times 10^4$ Па, которое падает на конце слоя до $1{,}5 \times 10^4$ Па. То же значение напряжения передаётся на поверхность нижнего слоя и падает в нём до $0{,}8 \times 10^4$ Па на границе с металлической подложкой. Падение напряжения в верхнем и нижнем слоях на краях ламината показывает снижение упругой связи кромок в слоях и с твёрдой подложкой и подтверждает приведённые выше результаты.

Продолжение исследования характеристик состояния ламината при армировании стальной подложки углепластиком проводилось на модели 3. Модель 3 отражает процесс армирования трёхслойного ламината методами прессования и прикатывания прижимным валиком.



Ламинат состоит из трёх слоёв с послойной укладкой снизу вверх относительно оси *Ox* [0°/45°/90°]. Равномерно-распределённая, приложенная к верхней поверхности ламината сила равна 10 кН.

На рис. 3а показано распределение напряжения по Мизесу на нижних поверхностях слоёв ламината. Слои для наглядности отделены друг от друга. Видно, что напряжения на всех поверхностях слоёв ламината равномерно распределены и равны примерно $3{,}5 \times 10^4$ Па, что создаёт хорошие условия для прилегания нижней поверхности нижнего слоя к металлической подложке и будет способствовать надёжному соединению ламината с твёрдой подложкой с помощью адгезива.

Однако на краях ламината в зоне кромок с направлением вдоль оси *Oy* верхнего слоя напряжение составляет 6×10^4 Па. На всех краях среднего и нижнего слоёв, а также на краях верхнего вдоль оси *Ox* оно составляет примерно $4{,}5 \times 10^4$ Па.

В связи с выявлением при исследовании напряжений в слоях ламината участков с возможным возникновением краевого эффекта при эксплуатации изделий, армированных данным ламинатом, проведена оценка напряжения по Мизесу по толщине ламината на краю слоёв в зоне кромок

Видно, что на краях ламината волокна углепластика с ориентацией 90° (поперёк оси *Ox*) передают нагрузку на кромки среднего слоя с небольшим изменением. При этом кромки среднего и нижнего слоёв будут деформироваться (как показано, в частности, на рис. 1б). Это негативно отразится на качестве изделия при эксплуатации, так как изменяются упругие свойства кромок, что потребует их упрочнения после проведённого армирования на реальном изделии.

На рис. 3б показано распределение напряжения по Мизесу на поверхностях слоёв ламината при положении прижимного валика на конечном участке ламината (время движения валика 10 с). Условия нагружения ламината от прижимного валика те же, что и на модели 2. Видно, что силовое действие прижимного валика передавалось через верхний слой на средний и нижний, образуя на них распределение деформации в виде упругих поперечных волн. Напряжение при конечном положении валика на нижних поверхностях слоёв равномерно и составляет 1×10^4 Па.

Видно затухание упругой волны в слоях ламината на предыдущих участках движения прижимного валика, что создаёт условия для хорошего прилегания нижней поверхности нижнего слоя к металлической подложке и будет способствовать надёжному соединению ламината с твёрдой подложкой с помощью адгезива. Однако на краю ламината напряжение меняется от 2×10^4 Па в нижнем слое и до $5{,}2 \times 10^4$ Па в верхнем, что и в этом случае является нежелательным явлением.

Далее исследование характеристик состояния ламината при армировании стальной подложки углепластиком проводилось на модели 4. Модель 4 отражает процесс армирования пятислойного ламината методами прессования и прикатывания прижимным валиком. Ламинат состоит из пяти слоёв с послойной укладкой снизу вверх относительно оси *Ox* [0°/45°/90°/–45°/0°]. Сила, равномерно-распределённая, приложенная к верхней поверхности ламината, равна 10 кН. На рис. 4а показано распределение напряжения по Мизесу на нижних поверхностях слоёв ламината. Слои для наглядности отделены друг от друга. Видно, что напряжение на всех поверхностях слоёв ламината равномерно и равно примерно 4×10^4 Па. Это создаёт хорошие условия для прилегания нижней поверхности нижнего слоя к металлической подложке и будет способствовать надёжному соединению ламината с твёрдой подложкой с помощью адгезива.

Однако на краях ламината с направлением вдоль оси *Ox* первого и третьего сверху слоёв напряжение составляет 6×10^4 Па, а на втором слое — 7×10^4 Па. На всех других краях ламината оно равно примерно $4{,}5 \times 10^4$ Па. На рост напряжения на краях ламината дополнительно оказывают влияние слои с направлением волокон 45° и –45° во втором и четвёртом слоях. На кромках с повышенным напряжением также будут изменяться упругие свойства, что потребует упрочнения их после проведённого армирования на реальном изделии.

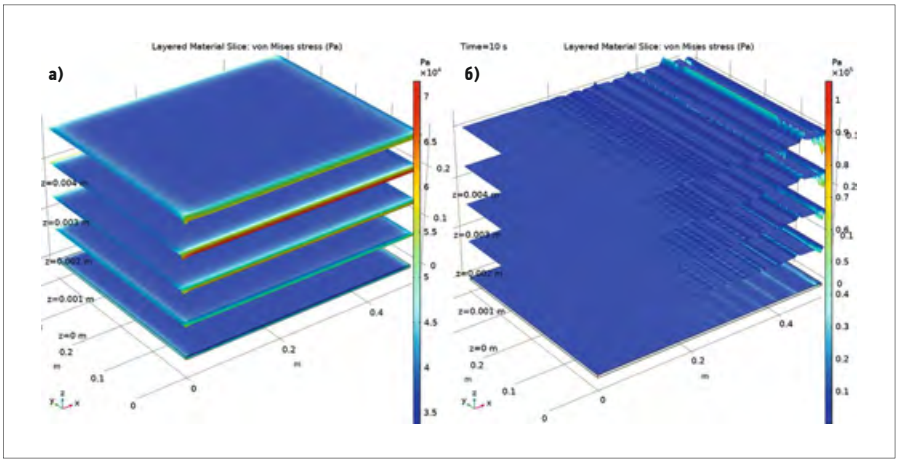
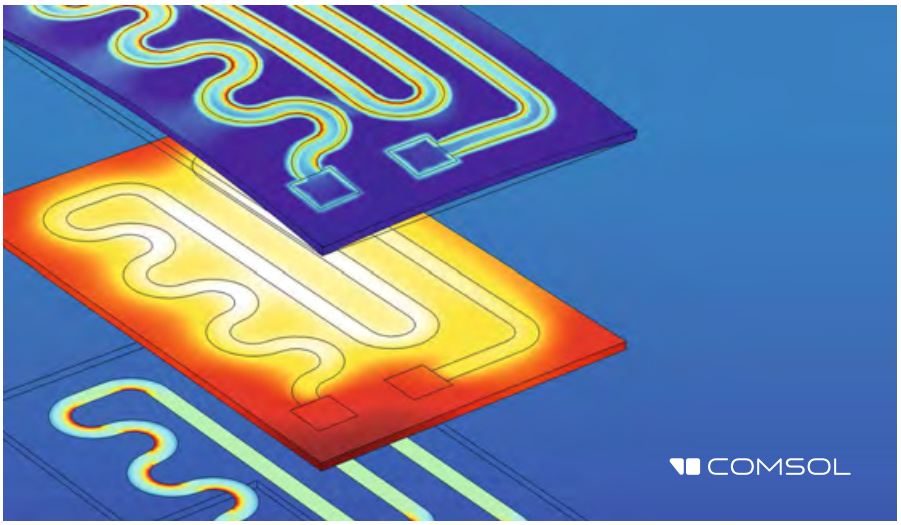


Рис. 4. Исследование условий армирования стальной подложки углепластиком (модель 4) [а — распределение напряжений по Мизесу на нижних поверхностях слоёв ламината (способ прессования), б — распределение напряжений по Мизесу в слоях ламината при крайнем правом положении валика (время 10 с, способ прикатывания валиком)]

На рис. 4б показано распределение напряжения по Мизесу на поверхностях слоёв ламината при положении прижимного валика на конечном участке ламината (время движения валика 10 с). Условия нагружения ламината от прижимного валика те же, что и на модели 3. Видно, что силовое действие прижимного валика передавалось через верхний слой и средние слои на нижний, образуя на них деформацию в виде упругих поперечных волн.

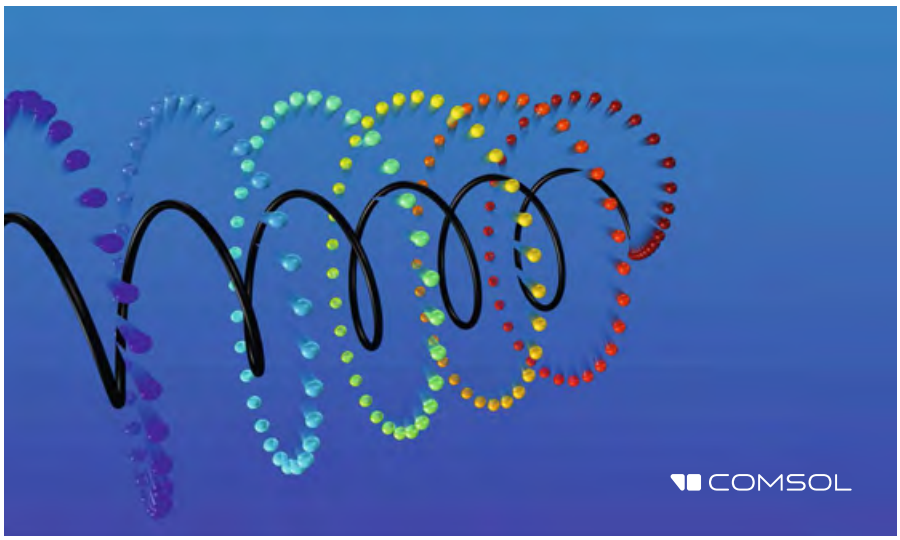
Значительное расхождение в напряжении в верхнем и нижнем слоях показывает необходимость применять в многослойных ламинатах дозированное нагружение верхнего слоя в зависимости от количества слоёв углепластика



Напряжение при конечном положении валика на нижних поверхностях слоёв равномерно и составляет $0{,}1 \times 10^5$ Па. Видно затухание упругой волны в слоях ламината на предыдущих участках движения прижимного валика, что создаёт хорошие условия для прилегания нижней поверхности нижнего слоя к металлической подложке и будет способствовать надёжному соединению ламината с твёрдой подложкой с помощью адгезива.

Однако на краю ламината напряжение меняется от $0{,}1 \times 10^5$ Па в нижнем слое до 1×10^5 Па в верхнем. Значительное расхождение в напряжении в верхнем и нижнем слоях показывает необходимость применять в многослойных ламинатах дозированное нагружение верхнего слоя в зависимости от количества слоёв углепластика, что позволит создавать надёжное прилегание нижнего слоя и, следовательно, всего ламината к твёрдой подложке.

Результаты моделирования условий армирования стальной подложки ламинатом разной структуры показывают снижение упругости волокон углепластика на краях ламината в зависимости от количества слоёв и ориентации волокон в слоях. Для обеспечения качества и эффективности работ по армированию изделий углепластиком необходимы разработки и применение способов укрепления кромок ламината после проведения процесса армирования на твёрдой подложке реальных изделий. Возможно применение известных в науке и практике способов, например, используемых при устранении краевого эффекта на слоистых материалах [6]. В этом случае может применяться нанесение изотропного слоя материала на кромки ламината (например, адгезива на основе эпоксидной смолы) или укрепление кромок специальной оснасткой.



Заключение

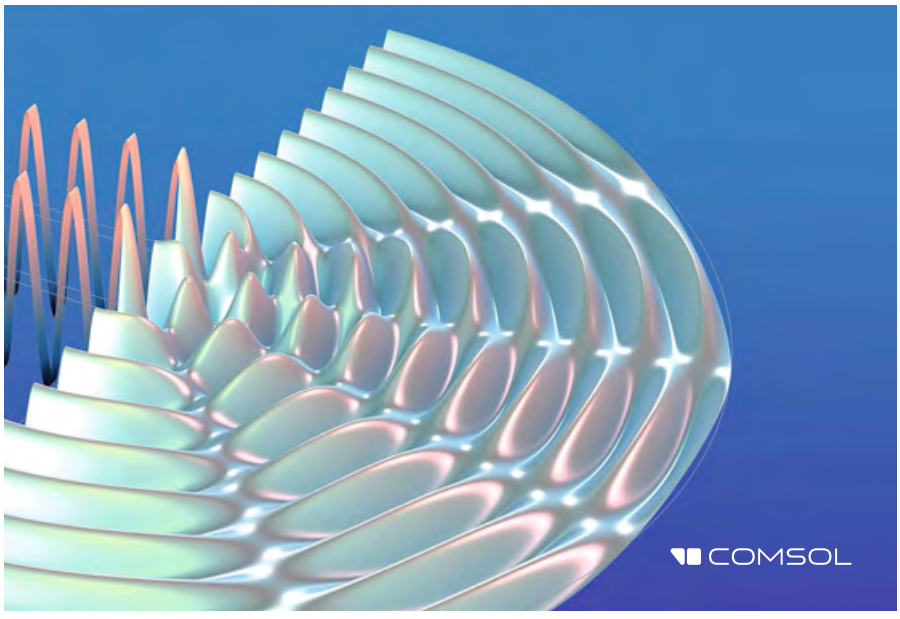
1. Высокие механические и эксплуатационные характеристики углеволокна дают право считать его универсальным конструкционным материалом, который можно использовать как для производства изделий, так и армирования конструкций любой сложности и самой разнообразной конфигурации. Это открывает широкие возможности применения его в оборудовании для сохранения или восстановления прочности деталей и опорных элементов, а также в инфраструктуре бытового и коммунального хозяйства для решения задач строительства, ремонта и реставрации зданий и сооружений.

2. Процессы армирования углепластиком разных по назначению изделий, как правило, отличаются техническими особенностями и специфическими требованиями, определяющими качество и эффективность результатов проделанных работ, влияющими на надёжность и долговечность изделий при эксплуатации. Эти отличительные особенности и многие другие условия технологических приёмов процесса армирования важно заранее знать и учитывать.

3. Инновационность и малоизученность задач армирования изделий углепластиком обуславливают необходимость прогнозирования состояния слоёв ламината под действием армирующей нагрузки, этой задаче соответствуют возможности новой версии ПО COMSOL Multiphysics, позволяющей осуществлять оценку характеристик процесса армирования ламинатом углепластика твёрдых конструктивных элементов.

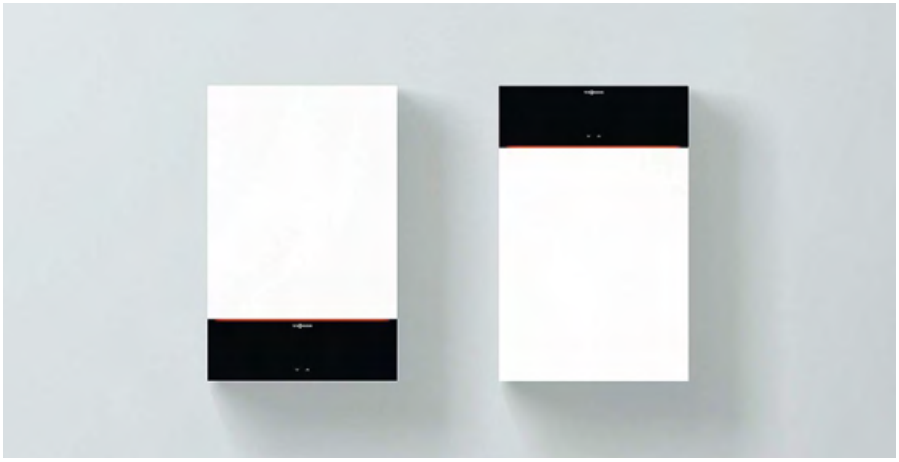
4. Результаты численного моделирования условий армирования стальной подложки многослойным углепластиковым ламинатом с заданной нормально-направленной и равномерно-распределённой нагрузкой (метод прессования при армировании), а также нормально-направленной и равномерно-сосредоточенной нагрузкой при действии движущего прижимного валика (метод прикатывания валиком при армировании) показывают, что распределение напряжения по Мизесу на свободных поверхностях нижних и верхних слоёв ламинатов равномерно, что создаёт необходимые условия для соединения ламината с твёрдой подложкой с помощью адгезива. Однако на краях ламинатов между слоями в области кромок наблюдается повышение напряжения. Причём напряжение распределяется неравномерно по слоям, что приводит в отдельных слоях к повышенной деформации и к снижению упругости волокон углепластика на краях ламината.

5. Для обеспечения качества и эффективности работ по армированию изделий углепластиком необходимы разработки и применение способов укрепления кромок ламината после проведения процесса армирования на твёрдой подложке реальных изделий. При этом возможно применение известных в науке и практике способов усиления кромок ламината, применяемых при устранении краевого эффекта на слоистых материалах, например, путём установки твёрдого каркаса, предотвращающего расслоение ламината, или путём нанесения изотропного слоя материала на свободные кромки ламината, например, адгезива на основе эпоксидной смолы, который использовался для процесса армирования.



1. Каблов Е.Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // Авиационные материалы и технологии, 2015. №1. С. 3–33.
2. Усиление конструкций углеволокном [Электр. текст]. ООО «Проектно-строительная компания Сигма-Ф». Режим доступа: sigma-f.ru. Дата обращ. 17.02.2020.
3. Композитные материалы: почему Москва плетётся в хвосте технического прогресса [Электр. ресурс]. «Строительство.RU». Режим доступа: rcmm.ru. Дата обращ. 17.02.2020.
4. Колпачков Е.Д., Петрова А.П., Курносов А.О., Соколов И.И. Методы формования изделий авиационного назначения из ПКМ (обзор) // Труды ВИАМ, 2019. №11. С. 22–36.
5. COMSOL Multiphysics User's Guide: Connecting layered shells with solids and shells. Web-source: comsol.com. Access data: February 17, 2020.
6. Дударьков Ю.И., Левченко Е.А., Лимонин М.В. Влияние структуры пакета на краевые эффекты в слоистых композитах // Исследования наукограда, 2014. №3. С. 25–30.
7. Муйземнек А.Ю., Карташова Е.Д. Механика деформирования и разрушения полимерных слоистых композиционных материалов: Учеб. пособие. — Пенза: Изд-во ПГУ, 2017. 56 с.
8. Нелюб В.А. Высокопрочные углепластики на основе эпоксидной матрицы с регулированным адгезионным взаимодействием: Дисс. канд. техн. наук по спец. 05.17.06. — М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 157 с.
9. Сучилин В.А., Кочетков А.С., Губанов Н.Н. Моделирование в COMSOL Multiphysics функциональных характеристик труб для ЖКХ из композитных материалов // Журнал С.О.К., 2019. №11. С. 37–41.

References — see page 78.



На правах рекламы.

Новая линейка конденсационных котлов Vitodens: новая горелка, запуск со смартфона, улучшенная эргономика

В конце 2019 года компания Viessmann вывела на российский рынок новое поколение конденсационных газовых котлов: настенный Vitodens 200 с диапазоном мощности от 1,9 до 35 кВт и компактное исполнение со встроенным 100-литровым бойлером Vitodens 222-F. Эти модели можно отнести к передовому поколению отопительного оборудования: они не только управляются, но и вводятся в эксплуатацию со смартфона, подсчитывают расход энергии и на 40 % эффективнее заботятся об окружающей среде. Котлы нового поколения стали более компактными — высотой 700 мм (на 100 мм меньше предыдущих).

Ввод в эксплуатацию: несколько простых шагов

Помимо панели управления, новый Vitodens запускается в работу в том числе с помощью усовершенствованного электронного ассистента, который пошагово показывает последовательность действий. В отличие от предыдущего поколения, можно использовать приложение ViStart на смартфоне или планшете.

Для того чтобы начать работу с приложением, нужно лишь активировать точку доступа Wi-Fi, встроенную в котёл, — программа автоматически установит прямое соединение с отопительным оборудованием и начнёт давать инструкции инженеру. С их помощью можно провести первичный ввод в эксплуатацию всего за несколько шагов.

При этом не требуется постоянное соединение с Интернетом, так как приложение напрямую взаимодействует с системой управления котла через встроенный интерфейс WLAN.

Непрерывная коммуникация

Встроенный модуль Wi-Fi обеспечивает не только простоту ввода в эксплуатацию. В его задачи входят функция удалённого управления, коммуникация и непрерывная передача данных между котлом, его владельцем и сервисной или монтажной компанией.

«Все функции управления реализованы в приложении ViCare. При желании можно предоставить специализированной компании доступ к оборудованию через цифровой сервисный центр Vitoguide и вести круглосуточный мониторинг состояния котла. В этом случае владельцу будет обеспечен самый высокий уровень безопасности и надёжности работы котла», — говорит Игорь Кениг, руководитель «Академии Viessmann» в России.

Управление новым поколением котлов Vitodens 200 можно осуществлять с экрана семидюймового цветного сенсорного дисплея, панель которого при необходимости перемещается вверх или вниз двумя простыми движениями. Таким образом, независимо от того, где установлен агрегат, обслуживать его будет удобно — за счёт подвижности панели обеспечивается её оптимальная эргономичная рабочая высота. Специальный световод между панелью управления и облицовкой сообщает владельцу о состоянии оборудования: включено, в режиме ожидания, что-то не в порядке, произведено изменение настроек.

Дизайн, удостоенный наград

Новое матовое белое покрытие устройств Vitopearlwhite, полученное напылением порошковых материалов, является уникальным для рынка. В сочетании с привлекательным дизайном корпуса и ультраплоской лицевой панелью теплогенераторы гармонично вписываются в любой интерьер дома. Увеличенная толщина кожуха также обеспечивает дополнительную стабильность. Дизайн котлов нового поколения получил награды Design Plus Award и IF Award в знак признания своей инновационности.

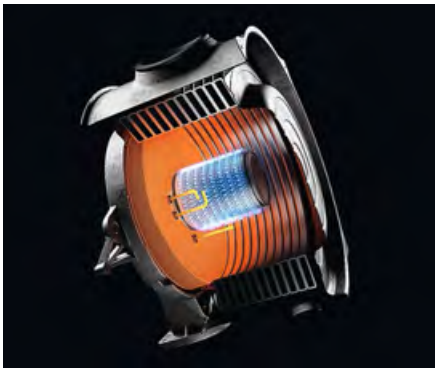
Новая горелка MatriX Plus: ещё экологичнее и эффективнее

Новое поколение котлов оснащено и новым поколением горелок. На всех котлах Vitodens мощностью до 35 кВт устанавливаются горелки MatriX Plus с перфорацией из нержавеющей стали, у которых на 40% меньше выбросов оксида азота в атмосферу по сравнению с предыдущим поколением.

MatriX Plus обеспечивает стабильное пламя оптимальной интенсивности и, как следствие, максимально точное регулирование выработки тепла в зависимости от текущих потребностей. Автоматическая модуляция в диапазоне 1:17, в отличие от устаревших двухступенчатых систем, плавно регулирует интенсивность пламени горелки, подстраиваясь под требования к температуре в контуре отопления, которые постоянно меняются в зависимости от внешних факторов. Таким образом обеспечивается эффективный расход газа и сокращаются затраты на отопление для владельца котла, а КПД агрегата доходит до 98% (H_s).

Встроенная система регулирования горения Lambda Pro Plus самостоятельно определяет тип газа и настраивается на работу с ним. При переходе, например, на сжиженный газ или метан не требуется перестраивать систему отопления, открывать газопровод и вновь проводить наладку оборудования. Интеллектуальная горелка самостоятельно произведёт необходимые действия, чтобы обеспечить дальнейшую эффективную работу. Возможность глубокого модулирования мощности устройства позволяет сократить частоту тактования оборудования до минимума — как известно, до 90% поломок происходит именно по причине высокой частоты включений в работу.

Все описанные свойства системы MatriX Plus рассчитаны и смоделированы с помощью самых современных средств САПР. Даже перфорация цилиндрической горелки из нержавеющей стали на выходе пламени является результатом высокотехнологичного расчёта: уникальный рисунок и расположение отверстий обеспечивают на 40% более эффективную работу по сравнению с предыдущим поколением горелок MatriX, оснащённых проволочной сеткой.



Немаловажным свойством системы MatriX Plus является умение подстраиваться под длину дымохода (до 25 м) и геодезическую высоту. Горелка автоматически регулирует свою работу, компенсируя возможные потери мощности. Встроенная функция адаптивной частичной нагрузки обеспечивает надёжную работу при шторме, усиленном ветре и других неблагоприятных погодных условиях.

Отдельно стоит отметить, что MatriX Plus (до 35 кВт) имеет единый электрод розжига и только один, достаточно компактный, типоразмер корпуса горелки.

MatriX Plus экономит место не только в котельной дома, но и на складе. Сервисным и монтажным организациям больше не требуется обеспечивать запас горелок разных размеров, как, например, в случае с полусферическими MatriX, включающими три типоразмера, каждый из которых подходит только под определённый тип котла. Благодаря унификации MatriX Plus расходы на складской запас значительно сократятся.

ООО «Виссманн»

129337, г. Москва,
Ярославское шоссе, д. 42
Тел.: +7 (495) 663-21-11
E-mail: marketing@viessmann.ru
E-mail: press@viessmann-press.ru
www.viessmann.ru

Специфика составления задания на проектирование раздела ОВиК объектов детских и спортивных учреждений

Техническое задание — это документ, обозначающий основные требования заказчика к разработанным комплектам проектной и рабочей документации. В статье показаны типовые требования технического задания на здание с учебными аудиториями и помещениями для занятия физической культурой и спортом.

Автор: С.В. ЧИЧЕРИН, инженер 2-й категории ПТС, СП «Тепловые сети», АО «Омск РТС», аспирант Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС)

Технологическое задание

Для объектов капитального строительства техническое задание, как правило, ещё дополняется технологическим. Технологическое задание на проектирование и строительство содержит более подробное описание объекта в видении заказчика. В случае школы там могут быть приведены функциональные группы классов-кабинетов (вестибюльных и общешкольных групп помещений), их наименование, единичная площадь, количество и итоговые показатели, в том числе удельные, то есть при пересчёте на одного учащегося, а также перечень оборудования для первоначального оснащения помещений.

На примере спортивного образовательного учреждения в данном документе могут содержаться:

- состав помещений учебно-спортивного комплекса, в том числе вспомогательных помещений, их размеры и высота;
- спортивное оборудование спортзалов;
- режим работы учебного корпуса, продолжительность смены и учебно-тренировочных занятий, наименование кафедр;
- планируемое количество занимающихся и тренеров в спортивных залах, продолжительность смен, соотношение по гендерному признаку;
- режим работы обслуживающего персонала (в том числе штатное расписание);
- технологическое оборудование для учебных аудиторий;
- мероприятия по обеспечению доступа маломобильных групп населения;
- требования к технологическим и архитектурным решениям (включая наружную и внутреннюю отделку), а также к инженерным системам здания, описанные более подробно относительно задания на проектирование.

Технологическое задание на проектирование и строительство содержит подробное описание объекта в видении заказчика

Работой, где описывается специфика составления задания на проектирование инженерных систем, является статья [1], однако область исследования ограничивается системой кондиционирования конкретного помещения. Более подробно требования технического задания могут выглядеть следующим образом.

Узел учёта

На вводе теплосети в ИТП установить узел учёта тепловой энергии. Узел оборудовать теплосчётчиком ВКТ-7-02 «Теплоком» или аналогичным. Перед узлом учёта установить грязевик и магнитный чугунный фланцевый фильтр (ФМФ) (фото 1).

Оборудование ИТП

Для автоматического поддержания температуры воды в системе отопления и теплоснабжения приточных систем по погодозависимой схеме предусмотреть установку регулирующего клапана Danfoss (фото 2).

Для исключения проникновения в помещения шума и вибраций от работающего оборудования в помещения здания предусмотреть следующие мероприятия:

- установка оборудования и трубопроводов на виброизолирующем основании, устройство вибровставок на присоединении к насосам;
- выбор оптимального скоростного режима теплоносителя в трубопроводах;
- выбор места расположения ИТП и строительных конструкций, исключающих распространение шума и вибрации.

Фото 1. Грязевики на подающем и обратном трубопроводах и угловой фильтр на подающем трубопроводе перед узлом учёта на вводе в тепловой пункт

Фото 2. Перемычка и регулятор Danfoss

Арматура

На каждом ответвлении от магистрали предусмотреть установку балансировочной арматуры. Предусмотреть опорожнение систем в нижних точках (фото 3). Удаление воздуха предусмотреть автоматическими воздухоотводчиками, расположенными на отопительных приборах и в верхних точках систем.

Фото 3. Кран для спуска теплоносителя диаметром 32 мм в помещении ИТП

Отопительные приборы

Во всех помещениях, кроме помещений электрощитовых, в качестве нагревательных приборов применить чугунные радиаторы с боковым подключением с регулирующими клапанами и термостатическими головками. В узле обвязки отопительных приборов предусмотреть установку запорной арматуры и терморегуляторов. В помещениях спортивных залов в качестве отопительных приборов возможно применение регистров из гладких труб, обязателен вывод воздушно-отопительные агрегаты на водяном источнике тепла. В таких помещениях нагревательные приборы убрать в ниши в пределах высоты до 2 м от пола, закрыть щитами или иными средствами, исключающими ожоги и другие возможные травмы занимающихся. В помещениях электрощитовых запроектировать нагревательные приборы в виде регистров из гладких труб, выполненных на сварке, с выносом отключающей арматуры за пределы помещения после перемычки.

Фото 4. Регулятор температуры Danfoss перед водоподогревателем ГВС

Управление системами отопления и ГВС

Систему автоматического управления отоплением и горячим водоснабжением построить на базе щита ЩУТП с контроллером фирмы Danfoss ECL Comfort 300, система должна обеспечивать выполнение следующих функций и задач:

- автоматическое регулирование расхода теплоносителя на отопления и ГВС, регулирование подачи теплоносителя в систему отопления производить по настраиваемому температурному графику (погодозависимое управления), в систему ГВС — по фиксированной настраиваемой температурной уставке (фото 4);
- циркуляцию теплоносителя в системе ГВС, защиту циркуляционных насосов от «сухого хода», автоматическое включение резервного насоса в случае аварии основного и переключение насосов по времени наработки;
- контроль температуры в системах отопления и ГВС, защиту от превышения температуры и давления [2].

Общие данные по системе вентиляции

Проектом предусмотреть устройство приточно-вытяжной вентиляции в помещениях здания. Проектом предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию с механическим побуждением. Систему приточно-вытяжной противодымной вентиляции помещений спортивных залов предусмотреть в соответствии с требованиями СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Разбивку систем вентиляции выполнить исходя из функционального разграничения помещений здания. Помещения должны обслуживаться самостоятельными системами вентиляции в зависимости от их назначения и режима работы. Здесь целесообразно провести разбивку, например: три самостоятельных приточно-вытяжных системы должны обслуживать следующие группы помещений: спортивные залы, учебные и помещения персонала, и раздевалки. Технические и технологические помещения должны обслуживать собственные отдельные приточные системы (до девяти штук на объект площадью до 5000 м^2), и некоторые вытяжные системы, например, приточная система П4 подаёт наружный воздух в помещения буфета, удаление воздуха производится вытяжными системами В4, В5. Приточный воздух должен подаваться в верхнюю зону помещений. Вытяжные, приточные, крышные и канальные вентиляторы принять производителя NED.

Всё вентиляционное оборудование и противопожарные клапаны выбрать отечественного производства.

Дистанционное управление системой воздушного отопления и системами приточно-вытяжной вентиляции необходимо предусмотреть от единой системы диспетчеризации

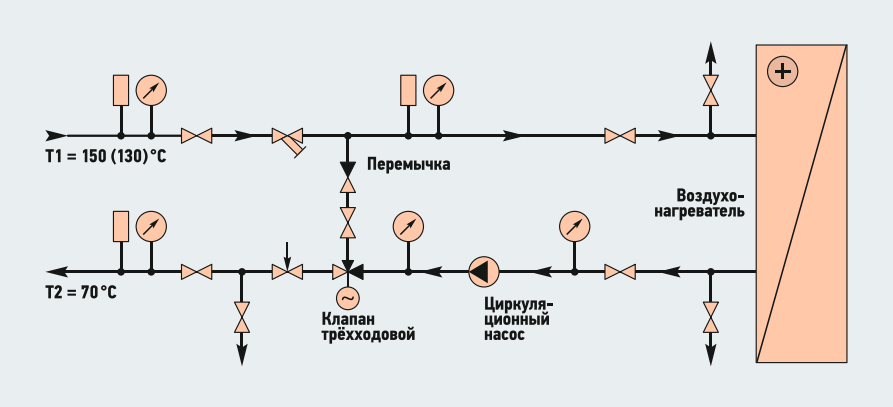


Рис. 1. Схема смесительного узла теплоснабжения приточных установок

Нормы воздухообмена

Расчётные нормы подачи воздуха следует принять [3]: для административных помещений и помещений персонала — 40 м³/ч на одного человека; для спортивных залов — 80 м³/ч на одного человека; для душевых и раздевалок — из условия ассимиляции теплоизбытков.

Расчётные нормы удаляемого воздуха составят: из санузлов — 50 м³/ч на один унитаз; из душевых — 75 м³/ч на одну душевую сетку.

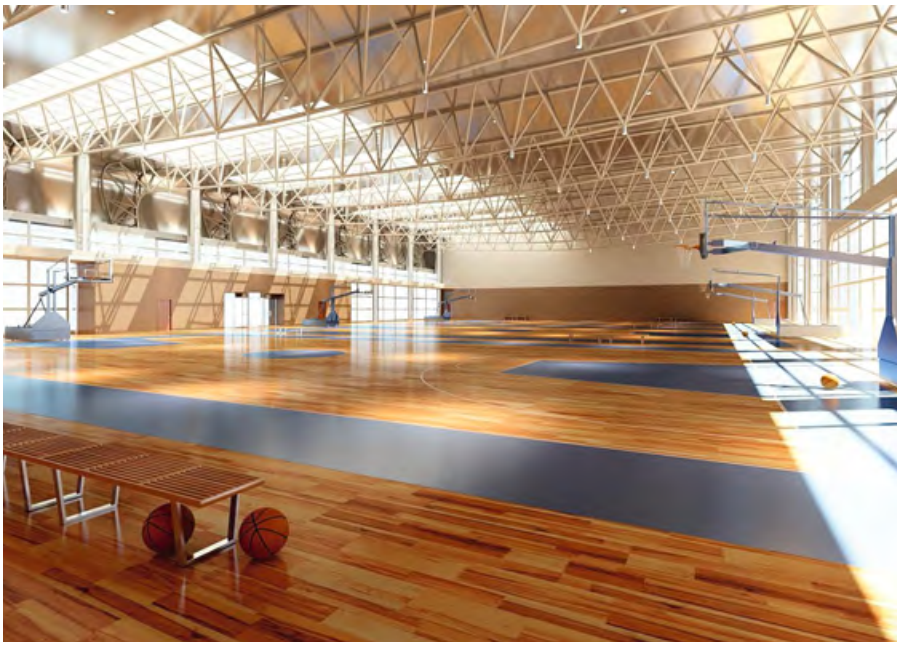
Управление системами воздушного отопления и вентиляции

Дистанционное управление системой воздушного отопления и системами приточно-вытяжной вентиляции предусматривать от единой системы диспетчеризации. Отключение всех (или частично) систем вентиляции и воздушного отопления осуществлять с панели управления системы диспетчеризации из помещения дежурного персонала. Системы вентиляции, воздушного отопления и ВТЗ в нерабочее время отключать.

Водяная система отопления должна находиться в работе круглосуточно весь отопительный период. В помещениях спортивных залов предусмотреть рабочее и дежурное отопление: рабочее обеспечивается системами водяного и воздушного (например, воздушно-отопительными агрегатами АВО1–АВО4) отопления и поддерживает температуру +18 °С; дежурное (в нерабочее время) отопление обеспечивается системой водяного отопления и поддерживает температуру +10 °С.

Для нагрева воздуха в приточных системах использовать водяные воздухонагреватели.

Приведённые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций принять в соответствии с нормативными требованиями Свода Правил 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003» и привести в разделе «Конструктивные решения».



Мероприятия противопожарной защиты на системе общей вентиляции

При проектировании систем вентиляции предусмотреть меры по обеспечению взрыво- и пожаробезопасности. Для транзитных воздуховодов применить огнезащитное покрытие огнезащитной краской «Аквест-01В», огнезащиту воздуховодов должна производить специализированная организация.

Толщину стали для воздуховодов с нормируемым пределом огнестойкости принять не менее 0,8 мм.

Прокладку транзитных воздуховодов приточной и вытяжной вентиляции предусмотреть с пределом огнестойкости по пожарной и взрывопожарной опасности EI 45 при нормируемом пределе огнестойкости противопожарной преграды или ограждающих строительных конструкций REI 45.

В качестве мероприятий по взрывопожарной безопасности в соответствии с требованиями СП 7.13130.2009 на магистральных воздуховодах, пересекающих ограждения, установить огнезадерживающие клапана общепромышленного исполнения с электромеханическими приводами для предотвращения распространения продуктов горения. Противопожарные нормально открытые клапаны, устанавливаемые в проёмах ограждающих строительных конструкций с нормируемым пределом огнестойкости и в воздуховодах, пересекающих эти конструкции, предусмотреть с пределами огнестойкости EI 60 при нормируемом пределе огнестойкости противопожарной преграды или ограждающих строительных конструкций REI 45.

Противопожарные нормально открытые клапаны оснастить автоматически и дистанционно управляемыми приводами Belimo. При установке нормально открытых огнезадерживающих клапанов за пределами стены наружную огнезащиту наносить до края кожуха, защищающего привод клапана.

Противодымная вентиляция

Для обеспечения безопасной эвакуации людей и создания условий для тушения возможного пожара предусмотреть системы приточно-вытяжной противодымной вентиляции здания в соответствии СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» с установкой дымовых клапанов с автоматическим, дистанционным и ручным управлением. Воздуховоды систем противодымной вентиляции выполнить на сварке из стали класса П по ГОСТ 19903–90. Выброс в атмосферу запроектировать на высоте не менее 2 м от кровли. Предусмотреть автоматизацию и диспетчеризацию систем противодымной вентиляции.

Системы дымовой защиты здания оборудовать обратными клапанами, устанавливаемыми у вентилятора. Предусмотреть централизованное ручное и автоматическое (по датчикам пожарной сигнализации) отключение вентсистем при возникновении пожара и автоматическое закрытие огнезащитных клапанов.

Применяемые приточные установки должны иметь следующую комплектацию: воздушная заслонка с электроприводом, фильтры для очистки воздуха, вентилятор, гибкие вставки к вентилятору, воздухонагреватель, шумоглушители, комплект автоматики и узлы обвязки по теплу. Все вентиляционные установки оснастить глушителями после агрегата. В приточных системах воздухонагреватели укомплектовать системой защиты от замерзания следующего функционала:

- заслонка с электроприводом и пружинным возвратом перекрывает приточный воздуховод в случае отключения электроэнергии;
- контроль температуры воды в обратном трубопроводе после калорифера осуществляется установкой погружного (или накладного) датчика температуры;
- на прямом и обратном трубопроводах калорифера работает смесительный узел с циркуляционным насосом и трёхходовым регулирующим клапаном (рис. 1).

1. Как написать грамотное техническое задание на систему кондиционирования для серверной и ЦОД. Вопросы и ответы // АВОК, 2019. №1. С. 54–57.
2. Чичерин С.В. Оптимальные подходы к повышению энергоэффективности многоквартирных домов // Журнал С.О.К., 2019. №10. С. 76–79.
3. Чичерин С.В. Повышение энергоэффективности систем отопления и вентиляции: сравнительный анализ проектной документации // Журнал С.О.К., 2019. №6. С. 40–49.

На правах рекламы.

Be sure. testo

Прибор нового поколения для систем вентиляции

testo 440 — компактность, инновационность, интуитивное управление.

- **Внесен в Госреестр СИ РФ**
- Универсальность: Bluetooth- и проводная рукоятки для подключения зондов
- Удобство: большой чёткий дисплей, компактный размер, широкий выбор зондов
- Интуитивность: преднастроенные меню измерений под каждую задачу

info@testo.ru • +7(495)221-62-13 • www.testo.ru

Как бы «европейский» газовый котёл из…

По данным NeoAnalytics, в России продаётся около 400 тыс. газовых отопительных котлов в год. Основную долю рынка занимают зарубежные производители — наши соотечественники предпочитают европейские бренды. По оценке экспертов, в последние три-четыре года растёт количество рекламаций в отзывах владельцев отопительного оборудования, которые чувствуют себя обманутыми, получая оборудование под европейской маркой, но не соответствующее стандартам ЕС. Как же отличить оригинальный котёл из Европы от упрощённой модели? Вот три основные уловки производителей и советы, как их избежать.

Уловка №1: перенос производственной площадки за пределы ЕС

Большинство европейских брендов на пике своего развития принимают решение о расширении производства. Делается это чаще всего путём покупки или строительства заводов в странах за пределами Евросоюза. Стоят такие котлы дешевле выпущенных в Европе, продаются с пометками «*под контролем европейского производителя*» и под маркой оригинального бренда. В чём же подвох?

Мало кто знает, что производственные площадки в странах за пределами Европейского союза часто укомплектовываются ещё не выработавшим свой ресурс, но уже устаревшим оборудованием. Дело в том, что мощности европейских заводов по выпуску отопительных котлов периодически переоснащаются — по мере выхода директив, касающихся энергоэффективности и экологичности. А устаревшее оборудование вывозится за пределы страны-производителя и устанавливается на заводах за границей Евросоюза. На нём и производятся «псевдоевропейские» котлы.

«Стоит помнить также и о стандартах, касающихся материалов: например, в азиатских странах они очень сильно отличаются от европейских по тем же металлам. В результате для производства котла используются совершенно другие сплавы, с более низкими характеристиками по теплопроводности, антикоррозийности, — поясняет Армен Калинин, директор по экспорту компании FRISQUET в России, ведущего французского производителя отопительного оборудования. — *Выводя производственные площадки за пределы ЕС, бренды не всегда это учитывают и на выходе получают оборудование с уменьшенным сроком службы».*

Ещё стоит принимать во внимание использование местной, более дешёвой (обычно за счёт низкой квалификации) рабочей силы. Это позволяет снизить себестоимость продукта, но снова страдает качество: самые частые претензии пользователей такого оборудования на форумах — незатянутые болты, протекающие прокладки, неправильно установленная и некорректно работающая автоматика. «Европейцы», произведённые в ЕС, такими «болезнями» обычно не страдают.

Производственные площадки в странах за пределами Евросоюза часто укомплектовываются ещё не выработавшим свой ресурс, но уже морально устаревшим оборудованием. Оно вывозится за пределы европейских стран-производителей и устанавливается на заводах за границей ЕС

Есть и более сложные уловки: например, собрать котёл в Турции, но ввезти его в Россию через одну из стран ЕС, доукомплектовав теплогенератор на территории Европы каким-то мелким девайсом. По документам это будет европейский котёл. Такой подвох сможет заметить только профессионал, знакомый с оригиналом, если заглянет внутрь оборудования. Пользователь без специального образования по «начинке» котла никогда не сможет определить, где устройство собрано.

Совет покупателю европейского котла: изучите производственные площадки бренда. Где он выпускает оборудование? В Европе или Турции, Китае, России? Отдавайте предпочтение «родным» европейским площадкам бренда.

Материал подготовлен пресс-службой компании FRISQUET.

Уловка №2: упрощение конструктива и комплектности оборудования

Многие нормы и правила работы бытовых теплогенераторов, законодательно закреплённые в Европе, не являются таковыми для России. Например, ещё совсем недавно датчики аномалии тяги на газовых котлах в нашей стране были необязательны. Только в июне 2019 года новый Свод Правил (СП) проектирования систем газопотребления закрепил эту норму: в частных домах можно устанавливать и использовать только те котлы, которые оборудованы данным девайсом. В Европе это обязательно с 1996 года.

«Согласно относительно новому СП, вступившему в силу в июне прошлого года, газовые котлы, которые ставятся в индивидуальных домах в России, должны комплектоваться погодозависимой автоматикой, иметь приоритет переключения с режима отопления на режим производства горячей воды, — поясняет Игорь Матвеев, заслуженный энергетик РСФСР, почётный энергетик России. — *Также обязательными стали устройства, которые прекращают подачу газа в случае отключения электричества, погасания горелки, нарушения тяги, повышения или понижения давления газа и теплоносителя до критических значений. В Европе эти требования действуют уже 20–25 лет. Причём многое из того, что обязательно для Европейского союза, пока ещё факультативно для России».*

Эксперт приводит в пример RTA — автоматический регулятор температуры горячей воды. Он был изобретён в 1988 году французской компанией FRISQUET. RTA встраивается серийно во все котлы, ограничивает нагрев до +50 °С во избежание риска ожогов. С 2006 года этот девайс стал обязательным к установке на бытовом котельном оборудовании, которое используется в Европе. В России такой нормы нет. Другой пример — электронный розжиг. С 2002 года это европейская норма CE, наряду с устройствами безопасности и экономии энергии. Два последних с недавнего времени обязательны в России, первый — нет.

Совет покупателю европейского котла: изучите комплектность оборудования. Все ли обязательные для Евросоюза опции установлены на нём, все ли нормы соблюдены? Вот небольшой «чек-лист»:

- датчик аномалии тяги;
- автоматический регулятор температуры горячей воды;
- электронный розжиг;
- горелки с низкой эмиссией загрязняющих веществ;
- автоматический контроль за качеством газовоздушной смеси;
- ионизационный контроль пламени.

Уловка №3: продуктовые линейки для разных стран

В Европе регулярно выходят директивы, направленные на повышение энергоэффективности, сохранение экологического баланса, снижение парниковых выбросов.

Многие нормы и правила работы бытовых теплогенераторов, законодательно закреплённые в Европе, не являются таковыми для России. Например, только в июне 2019 года новый СП проектирования систем газопотребления закрепил наличие датчика аномалии тяги на газовом котле как норму

Особенно строго закон регулирует производство отопительного оборудования, в том числе и бытового. В части эмиссии вредных веществ оно разбито, например, на пять классов экологичности. Котлы первого класса могут выбрасывать в атмосферу не более 250 мг/кВт·ч оксида азота, пятого — не более 70 мг/кВт·ч. Выбросы угарного газа ограничены до 0,1 мг/кВт·ч. Чтобы обеспечить такие показатели, европейские производители разрабатывают инновационные поверхностные горелки, которые обеспечивают необходимую низкую эмиссию вредных газов.

Но в России столь строгих экологических требований нет. Поэтому некоторые бренды идут на уловку: то, что нельзя продавать в Европе как несоответствующее стандартам ЕС, всё равно выпускается и продаётся в России. *«Мы в 2018 году сняли с производства модульные котельные на основе котлов UTM-50,* — рассказывает Роман Гладких, FRISQUET. — *Причина — они соответствуют третьему классу экологичности по эмиссии NO_X, выбрасывают 100–150 мг/кВт·ч оксида азота, поэтому не могут применяться в Европе, которая повсеместно переходит на оборудование пятого класса экологичности. А так как мы производим одну линейку оборудования для всех стран, то и в Россию UTM-50 больше не поставляются, хотя стандартам РФ вполне соответствуют».*

Эксперт поясняет: котлы из одной линейки могут отличаться друг от друга при поставке в разные страны только в одном случае — если на них установлено дополнительное оборудование. Например, котлы Evolution, которые продаются в России, доукомплектованы устройством GAS — оно разработано именно для реалий нашей страны и отслеживает давление газа в системе. Если оно падает ниже 11 мбар, котёл «засыпает». Как только давление приходит в норму, оборудование самостоятельно запускается снова.

Совет покупателю европейского котла: изучите карту поставок бренда — использует ли он правило «*одна линейка для всех стран*»? Проверьте, есть ли адаптация оборудования под потребности и проблемы конкретной страны, как она реализована.

Купить настоящий европейский котёл в нашей стране можно, если знать три простых правила: производственная площадка должна располагаться в Евросоюзе; одна продуктовая линейка для всех стран; адаптация оборудования для России проводится путём апгрейда, а не обеднения модели. Именно на такие котлы ведущие европейские бренды дают гарантию от пяти лет на основные узлы и до 20 лет на теплообменники.

Всегда ли целесообразен поквартирный учёт теплоты на отопление в современных жилых домах?

Целесообразность систем отопления с поквартирным учётом тепловой энергии в многоэтажных жилых домах, расположенных в южных районах, необходимо подтверждать технико-экономическим расчётом. Причём расчёт теплопотребления каждой квартиры на отопление правильнее вести пропорционально не площади пола квартиры, а пропорционально расчётным тепловым потерям квартиры через наружные ограждения.

Автор: Б.А. КРУПНОВ, к.т.н., доцент

Известно, что с каждым годом увеличивается стоимость тепловой энергии, расходуемой на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.

В общественных и производственных зданиях предусматривается коммерческий учёт расхода теплоты в системах внутреннего теплоснабжения [1]. В многоквартирных жилых домах расход теплоты на отопление определяется преимущественно пропорционально жилой площади, что не совсем корректно, как показали расчёты [2]. Тепловые потери, отнесённые к 1 м^2 площади пола, оказываются наименьшими в рядовых квартирах, расположенных на средних этажах, и бóльшими в угловых квартирах. Ещё больше тепловые потери в угловых квартирах, расположенных на верхнем этаже (дополнительно через чердачные перекрытия или покрытие).

Кроме этого, следует отметить, что жилые дома, построенные в разное время, имеют и разные уровни теплозащиты.

С 1995 года посредством СНиП 11-3–79* [3], СНиП 23-02–2003 [4] и позднее СП 50.13330.2012 [5] было предусмотрено увеличение приведённого сопротивления теплопередаче наружных ограждений, например, наружных стен — более чем в три раза, заполнений световых проёмов — в 1,17 раза (табл. 1).

Следовательно, при выполнении только этого требования расчётные удельные тепловые потери q (табл. 2) через наружные вертикальные ограждения современных жилых домов меньше при коэффициенте остекления 10 % почти в 2,4 раза, при 20 % остеклении — в два раза, при 70 % остеклении — в 1,3 раза.

В настоящее время предусматривается коммерческий учёт расхода теплоты в системах внутреннего теплоснабжения общественных и производственных зданий. В многоквартирных жилых домах расход теплоты на отопление определяется преимущественно пропорционально жилой площади, что не совсем корректно, как показали расчёты. Тепловые потери, отнесённые к одному квадратному метру площади пола, оказываются разными для различных квартир одного дома

И, как следствие, меньше тепловая мощность и стоимость систем отопления в связи с уменьшением общей площади поверхности отопительных приборов и диаметров труб стояков и магистралей:

$$q = K_{ок}\beta + K_{нс}(1 - \beta), \text{ Вт/м}^2,$$
$$K_{ок} = 1/R^{пр}_{ок}, K_{нс} = 1/R^{пр}_{нс},$$

где $K_{ок}$ и $K_{нс}$ — коэффициенты теплопередачи заполнений световых проёмов и наружной стены, Вт/(м^2·°С); β — коэффициент остекления наружной стены, выражающий отношение площади заполнений световых проёмов к общей площади вертикального наружного ограждения; $R^{пр}_{ок}$ и $R^{пр}_{нс}$ — приведённые сопротивления теплопередаче заполнений световых проёмов и наружной стены.

Значения удельных тепловых потерь q в скобках даны при сопротивлении теплопередаче наружной стены и окна до Изменения №3.

Теплотехнические показатели наружных ограждений зданий* табл. 1

Показатели	Наружная стена	Окно, балконная дверь	Покрытие	Перекрытия		
				чердачные	над проездами	над холодными подпольями, подвалами
Нормативный температурный перепад $\Delta t_н$, °С:						
До Изм. №3	6	–	4	4	2	2
С учётом Изм. №3	4	–	3	3	2	2
Минимальное приведённое сопротивление теплопередаче, (м²·°С)/Вт:						
До Изм. №3, №4	0,92	0,42	1,38	1,24	2,76	2,76
С учётом Изм. №3, №4	0,92	0,42	1,38	1,24	2,76	2,76
По формуле (1)	1,38	–	1,84	1,66	2,76	2,76
Из условия энергосбережения (2-й этап)	2,99	0,49	4,48	3,95	4,48	3,95

* Здания жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития в Москве и Московской области (при $t_в$ = 20 °С и последних данных $t_{н5}$ = –25 °С, $t_{от.п}$ = –2,2 °С, $Z_{от.п}$ = 205 сут., $ГСОП$ = 4551 градусо-суток); $\Delta t_н$ — нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции.

Из приведённых данных следует, что поквартирный учёт теплоты на отопление необходим в первую очередь в домах старой постройки (до 1995 года) без выполненного дополнительно утепления наружных ограждений.

В последнее время, кстати, в жилых многоквартирных домах устанавливаются терморегулирующие клапаны перед отопительными приборами, позволяющие регулировать теплоотдачу приборов отопления.

Системы поквартирного учёта тепловой энергии на отопление зависят в основном от типа системы отопления.

В домах с традиционной вертикальной «многостояковой» системой отопления поквартирный учёт теплоты предусматривается с помощью устанавливаемых на отопительных приборах определителей расхода теплоты. Такая система учёта имеет существенный недостаток.

Во-первых, учитывается только теплоотдача отопительного прибора. Не учитывается в пределах квартиры теплоотдача стояков и подводок к приборам. В этом случае необходима разработка специального расчёта теплопотребления с учётом показаний приборов учёта тепловой энергии домовых и других квартир.

Во-вторых, в разных квартирах, особенно в рабочее время, возможны разные температурные условия. В квартирах с пониженной температурой в рабочее время (при отсутствии людей в квартире) компенсация тепловых потерь через наружные ограждения может проходить в основном за счёт теплопоступления через межквартирные ограждения от соседних квартир с повышенной температурой воздуха. Дело в том, что коэффициенты теплопередачи межквартирных стен и полов больше коэффициентов теплопередачи наружных стен и покрытий в три-четыре раза. К тому же, и суммарная площадь межквартирных ограждений больше площади наружных ограждений в четыре-пять раз.

Горизонтальные системы отопления с поквартирным учётом тепловой энергии принципиально отличаются от проектируемых ранее [6].

В таких системах предусматривается один стояк на две-четыре квартиры. Для каждой квартиры в коридоре устанавливается шкаф с запорно-регулирующей арматурой, двумя коллекторами и узлом учёта тепловой энергии. В пределах квартиры проектируется горизонтальная система отопления с использованием, как правило, полимерных труб в теплоизоляции, прокладываемых от коллекторов в конструкции пола при веерном присоединении отопительных приборов или по периметру вдоль наружных стен.

В пределах квартир стояки отсутствуют, но значительно увеличивается длина горизонтально прокладываемых труб поквартирной системы отопления, особенно при веерной схеме присоединения отопительных приборов. Кроме того, в верхней части каждого отопительного прибора необходимо устанавливать дополнительно краны Маевского (или воздухоотводчики) для удаления воздуха из системы отопления. Поквартирная система отопления даже при значительно меньших тепловых потерях, несомненно, дороже традиционных.

При установке поквартирного узла учёта тепловой энергии и терморегулирующих клапанов перед отопительными приборами для регулирования их теплоотдачи имеет место тот же недостаток — использование теплопоступления от соседних квартир с повышенной температурой воздуха при поддержании в соседней квартире пониженной температуры.

Изменения удельных тепловых потерь табл. 2

Коэффициент остекления β, %	Сопротивление теплопередаче		Значения удельных тепловых потерь q	
	$R^{пр}_{ок}$, (м²·°С)/Вт	$R^{пр}_{нс}$, (м²·°С)/Вт	Вт/м²	%
0,1 (10)	0,49 (0,42)	2,99 (0,92)	0,505 (1,216)	100 (100)
0,2 (20)	0,49 (0,42)	2,99 (0,92)	0,675 (1,345)	134 (121)
0,4 (40)	0,49 (0,42)	2,99 (0,92)	1,016 (1,604)	201 (132)
0,5 (50)	0,49 (0,42)	2,99 (0,92)	1,187 (1,733)	235 (142)
0,7 (70)	0,49 (0,42)	2,99 (0,92)	1,528 (1,992)	302 (164)

Выводы

1. Учёт теплоты на отопление с помощью устанавливаемых на отопительных приборах определителей расхода теплоты можно считать целесообразным в жилых домах постройки до 1995 года без утепления наружных ограждений.

2. Целесообразность систем отопления с поквартирным учётом тепловой энергии в многоэтажных жилых домах, расположенных в южных районах, необходимо подтверждать технико-экономическим расчётом.

3. Расчёт теплопотребления каждой квартирой на отопление правильнее вести пропорционально не площади пола квартиры, а пропорционально расчётным тепловым потерям квартиры через наружные ограждения.

1. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализ. ред. СНиП 41-01–2003 (с Изм. №1).
2. Крупнов Б.А., Крупнов Д.Б. О поквартирной плате за отопление // Журнал С.О.К., 2016. №1. С. 72–73.
3. СНиП 11-3–79*. Строительная теплотехника. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 32 с.
4. СНиП 23-02–2003. Тепловая защита зданий. — М.: Госстрой России; ФГУП ЦПП, 2004.
5. СП 50. 13330. 2012. Тепловая защита зданий. Актуализ. ред. СНиП 23-02–2003 (с Изм. №1).
6. Крупнов Б.А., Крупнов Д.Б. К выбору системы водяного отопления в многоэтажных жилых домах // Журнал С.О.К., 2015. №7. С. 31–33.

Вспомогательное оборудование ИТП, позволяющее обеспечить качественные показатели теплоснабжения

Эксплуатация объекта капитального строительства зависит от работы множества инженерных систем, позволяющих обеспечить санитарные условия и комфортный микроклимат. Работа инженерных систем, потребляющих тепловую энергию (отопление, вентиляция, ГВС и др.), напрямую связана с тем, обеспечивает ли оборудование индивидуального теплового пункта (ИТП) расход, температуру и давление теплоносителя на входе во внутренние системы в соответствии с расчётными значениями.

Автор: С.В. ЧИЧЕРИН, инженер 2-й категории ПТС, СП «Тепловые сети», АО «Омск РТС», аспирант Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС); А.В. ЖУЙКОВ, к.т.н., доцент кафедры теплотехники и гидрогазодинамики, Политехнический институт Сибирского федерального университета (СФУ, г. Красноярск)

Кроме теплообменного и насосного оборудования, запорно-регулирующей арматуры в состав индивидуального теплового пункта входит вспомогательные элементы, обеспечивающие заданные эксплуатационные показатели: фильтры, грязевики, обратные клапаны, подпиточные линии и др. Акцент на них, а также, например, на устройство перемычек между подающим и обратным трубопроводами, на содержание технических условий на подключение объекта, в литературе обычно не делается. В настоящей статье делается попытка кратко описать данное оборудование на примере проектируемых объектов и привести ссылки на нормативно-техническую документацию, задающую требования к нему.

Для осуществления подключения объекта капитального строительства выдаются условия подключения, срок их действия обычно составляет три года. По истечении срока действия условия подключения могут быть изменены.

В условиях подключения, как правило, содержится:

- наименование объекта подключения;
- наименование заказчика (исполнителя);
- точка подключения объекта, например, граница земельного участка заявителя;
- общая (максимальная) тепловая нагрузка с разделением по видам теплопотребления (отопление, вентиляция, тепловые завесы, среднечасовая нагрузка ГВС, максимальная нагрузка ГВС);
- параметры теплоносителя в точке подключения — диапазон рабочего давления в тепловой сети, например, в подающем трубопроводе — 108–98 м вод. ст.; обратном — 40–30 м вод. ст.;
- сведения о существующем способе центрального регулирования и принятом температурном графике, например, температурный график тепловой сети в отопительный период 150–70 °С по качественно-количественному методу в соответствии с температурой наружного воздуха;
- требования по разработке проекта и выполнению работ по устройству тепловой камеры на тепловой сети заказчика или в случае подключения от существующей камеры и при необходимости — по её реконструкции с учётом подключения дополнительной тепловой нагрузки;
- требования по оборудованию тепловой камеры, например, установить запорную арматуру типа шаровой кран на ответвлении;
- требования по разработке проекта и выполнению работ по прокладке тепловых сетей с указанием диаметра, типа прокладки, начала и конца проектируемого участка (например, от существующей тепловой сети до точки подключения проектируемого объекта в бесканальном варианте и в канале при пересечении местных проездов, стоянок и тротуаров);
- требования по оформлению акта разграничения балансовой принадлежности.

Для осуществления подключения возведённого объекта капитального строительства выдаются условия подключения. Срок их действия обычно составляет три года

В технических условиях на подключение к системам теплоснабжения РТС «Южное Бутово» филиала №6 столичного ПАО «МОЭК» дополнительно приведены следующие указания о существующем способе центрального регулирования и принятом температурном графике:

- для расчёта тепловых сетей и оборудования теплового пункта в режиме зимнего максимума принять срезку в подающем трубопроводе теплосети 130 °С при температуре наружного воздуха –18 °С;
- для расчёта тепловых сетей и оборудования теплового пункта в переходный период принять срезку в подающем трубопроводе теплосети 70 °С при температуре наружного воздуха +2,6 °С;
- температурный график на тепловом вводе в летний период принять 70–40 °С с остановом для проведения планово-предупредительного ремонта.

Для административных зданий и спортивных сооружений, содержащих помещения значительного объёма, для поддержания температурного режима в холодный период года предусматривается агрегат воздушного отопления (АВО) и воздушная тепловая завеса (ВТЗ).

Как правило, их присоединение осуществляется совместно с калориферной системой вентиляции, подключение всех систем по отдельности предполагается лишь проектом на ИТП проектируемого объекта: **учебный корпус №1 Сибирского государственного университета физической культуры и спорта** (СибГУФК, адрес: г. Омск, ЦАО, ул. Ленина, д. 2а). АВО и ВТЗ являются дорогостоящим решением, поэтому зачастую от них отказываются или пытаются обеспечить их функционал работой других систем, например, в **учебном корпусе на 300 мест московской СОШ №2007** (адрес: г. Москва, ул. Горчакова, вл. 9, корп. 1) агрегат воздушного отопления не предусматривается, а система вентиляции объединена с ВТЗ.

Всё оборудование, как правило, подбирается на постоянные расходы теплоносителя, а специфика современных систем отопления (двухтрубных с переменным гидравлическим режимом) не учитывается [1]. Такие системы предполагают количественное регулирование теплопотребления, осуществляемое терморегуляторами, устанавливаемыми на ответвлениях от стояка или лежака к отопительному прибору. Наиболее целесообразным подходом для систем с терморегуляторами является применение автоматически регулируемых насосов.

При эксплуатации насосов, не оборудованных устройствами автоматического регулирования, требуется перемычка между подающим и обратным трубопроводами либо байпасная линия вокруг насоса

Согласно п. 3.7 [2] смесительные насосы для систем отопления устанавливаются в следующих случаях:

- на перемычке между подающим и обратным трубопроводами при располагаемом напоре на вводе в тепловой пункт, большем гидравлического сопротивления системы отопления, и при давлении в обратном трубопроводе тепловой сети после теплового пункта не менее чем на 0,05 МПа выше статического давления в системе отопления;
- на обратном трубопроводе перед узлом смешения или на подающем трубопроводе после узла смешения при располагаемом напоре перед узлом смешения, недостаточном для преодоления гидравлического сопротивления системы отопления, при этом в качестве смесительных насосов могут быть использованы подкачивающие насосы.

При эксплуатации насосов, не оборудованных устройствами автоматического регулирования (фото 1), требуется перемычка между подающим и обратным трубопроводами либо байпасная линия вокруг насоса. Они позволяют предотвратить вывод из работы насоса в условии отсутствия циркуляции теплоносителя в системе отопления при закрытии терморегуляторов на отопительных приборах [3].

Фото 1. Насос Grundfos UPS, оснащённый средствами автоматического регулирования и частотно-регулируемым приводом (ЧРП)

Фото 2. Угловой фильтр на обратном трубопроводе ИТП в Омске

Современные санитарные требования диктуют потребность в круглогодичном горячем водоснабжении, обеспечивающем воду, отвечающую нормам по температуре, содержанию взвешенных частиц, жёсткости, мутности, цветности и запаху. В Москве даже летом не предполагается отбор сетевой воды на нужды ГВС, и, следовательно, технической возможности осуществления ГВС по открытой схеме в ИТП **филиала Московского художественного академического театра (МХАТ) им. А.П. Чехова** (адрес: г. Москва, ЮАО, пересечение проспекта Андропова с улицей Нагатинской) и учебного корпуса СОШ на ул. Горчакова не предусматривается. Однако в нашей стране исторически сложилось так, что в отечественных теплофикационных системах ГВС компоновка по открытой и закрытой схемам осуществляется в равной мере [4]. Так, в столице — самая крупная в мире закрытая система теплоснабжения, а самая крупная в мире открытая система теплоснабжения — в городе Санкт-Петербурге.

Обеспечению требований по качеству ГВС и увеличению срока службы оборудования ИТП, системы отопления и других инженерных систем способствуют фильтры (фото 2) и грязевики.

Фото 3. Грязевики на обратном и подающем трубопроводах после первой и второй задвижек на вводе в элеваторный тепловой пункт

Перед механическими водосчётчиками и пластинчатыми водоподогревателями по ходу воды следует устанавливать сетчатые ферромагнитные фильтры. Таким образом, отсутствие в ИТП учебного корпуса СибГУФК сетчатых фильтров на обратных трубопроводах после систем отопления и вентиляции и на циркуляционном трубопроводе ГВС является нарушением п. 4.37 [2].

Согласно п. 4.36 [2] грязевики в тепловых пунктах следует предусматривать:

- на подающем трубопроводе при вводе в тепловой пункт непосредственно после первой запорной арматуры;
- на обратном трубопроводе перед регулирующими устройствами, насосами, приборами учёта расхода воды и тепловых потоков — не более одного (фото 3).

В ИТП учебного корпуса Сибирского государственного университета физической культуры и спорта в Омске, где имеется техническая возможность подачи ГВС по открытой схеме, грязевик на обратном трубопроводе вынесен на байпасную линию, чтобы снизить сопротивление обратного трубопровода ИТП в течение отопительного сезона. В соответствии с п. 9.3.22 [5] требуется осуществлять промывку фильтров (грязевиков), срок которой устанавливается в зависимости от степени загрязнения, которая определяется по разности показаний манометров до и после грязевика.

Пункт 9.1.32 гласит, что в тепловом пункте не должно быть перемычек между подающими и обратными трубопроводами и обводных трубопроводов элеваторов, регулирующих клапанов, грязевиков и приборов учёта расходов теплоносителя и теплоты. При этом допускается устройство в тепловом пункте перемычек между подающим и обратным трубопроводами при обязательной установке на них двух последовательно расположенных единиц запорной арматуры. Между этими задвижками должен быть установлен контрольный вентиль, соединённый с атмосферой. Арматура на перемычках при нормальном режиме работы должна быть закрыта и опломбирована, а вентиль контрольного устройства должен находиться в открытом состоянии. Такая перемычка, как правило, устраивается при независимой схеме подключения. В проекте на ИТП учебного корпуса СибГУФК в Омске перемычка между подающим и обратным трубопроводами до первой и второй единиц запорной арматуры предусматривается даже при зависимом присоединении для организации циркуляции в межотопительный период [6]. Обычно же до первой и второй задвижек врезаются лишь штуцера для манометров при подключённой тепловой нагрузке более 2,3 МВт, как того требует п. 8.9 [2].

Обратные клапаны предназначены для предотвращения движения теплоносителя в направлении, противоположном расчётному, и предусматриваются в следующих случаях (п. 4.58 [2]):

1. На циркуляционной линии ГВС перед её присоединением к обратному трубопроводу тепловых сетей в открытых системах ГВС или к теплообменнику в закрытых системах ГВС. Как правило, такой клапан устанавливается вблизи насосных групп (ИТП учебных корпусов СОШ в Москве и СибГУФК в Омске).

На последнем объекте обратный клапан аналогичного назначения установлен и на линии циркуляции открытой системы ГВС. Собственные обратные клапана имеются только на объекте «Филиал МХАТ», что опять же является дублированием, на которое затрачиваются дополнительные средства.

2. На линии холодной воды перед теплообменниками ГВС за водомерами по ходу воды. В нарушение данного пункта в ИТП филиала МХАТ обратный клапан установлен на трубопроводе холодной воды перед водомером.

3. На ответвлении от обратного трубопровода тепловой сети перед регулятором смешения в открытой системе теплоснабжения.

4. На трубопроводе перемычки между подающим и обратным трубопроводами систем отопления или вентиляции при установке смесительных или корректирующих насосов на подающем или обратном трубопроводе этих систем.

5. На нагнетательном патрубке каждого насоса до задвижки при установке более одного насоса.

6. На обводном трубопроводе у подкачивающих насосов. Поскольку подкачивающие насосы не предполагаются к установке ни на одном объекте, таких обратных клапанов — нет.

7. На подпиточном трубопроводе системы отопления при отсутствии на нем насоса. Лишь в случае ИТП учебного корпуса СОШ по ул. Горчакова на подпиточном трубопроводе отсутствует насосное оборудование, что потребовало установки дополнительных обратных клапанов.

Случаи использования обратных клапанов в паровых системах теплоснабжение описаны в п. 4.56 [2], а п. 3.5 устанавливает их использование на трубопроводах тепловой сети перед тепловым пунктом (перед первой и второй задвижками): при величине напора в обратном трубопроводе тепловой сети после теплового пункта, превышающем максимальную для систем потребления теплоты, — отсекающий клапан на подающем трубопроводе на вводе в тепловой пункт, а на обратном трубопроводе на выходе из теплового пункта — подкачивающие насосы с предохранительным клапаном; при статическом напоре в тепловой сети, превышающем максимальную для систем потребления теплоты, — отсекающий клапан на подающем трубопроводе после входа в тепловой пункт, а на обратном трубопроводе перед выходом из теплового пункта — предохранительный и обратный клапаны. Не следует предусматривать обратные клапаны, дублирующие клапаны, устанавливаемые за насосами.

Для компенсации температурного расширения теплоносителя в закрытых (изолированных от атмосферы) водяных системах теплоснабжения требуются специальные устройства — расширительные баки, также входящие в состав ИТП.

Фото 4. Внешний вид предохранительного клапана большего диаметра (∅80 мм)

Расширительные баки для систем вентиляции и отопления проектируются собственные, пример подобного решения приведён в проектах СОШ и филиала МХАТ в Москве. На последнем объекте также предусмотрен третий расширительный бак для нужд системы ГВС, что никак не обосновано.

Производители и типоразмеры мембранных расширительных баков на ИТП филиала МХАТ следующие: для системы вентиляции — Reflex G3000, отопления — Reflex G1500, циркуляции ГВС — Reflex DE 100. Цифрами в маркировке бака, как правило, обозначается его объём в литрах.

Для здания меньшей площади требуются пропорционально меньшие по объёму расширительные баки: например, для СОШ на ул. Горчакова на нужды системы вентиляции — Reflex G200, отопления — Reflex G600, их максимально допустимое давление составляет 6 бар.

Баки с маркировкой G применяются в системах отопления и охлаждения, а с маркировкой DE — в системах холодного и горячего водоснабжения, они отличаются тем, что на поверхность, контактирующую с водой, нанесено антикоррозийное покрытие. Производителем всей линейки оборудования является бренд Reflex (Германия). Для каждой системы предусматривается не более одного расширительного бака.

Согласно п. 9.3.16 [5] (п. 4.35 [2]) расширительные баки мембранного типа должны быть оборудованы: предохранительными клапанами с организованным отводом воды от клапана, обязательным разрывом струи и сливом в канализацию; автоматикой регулирования давления воды в системе.

Предохранительные устройства, а также автоматические устройства для понижения давления и температуры, в целом обязательны (п. 9.5), если на тепловом пункте происходит снижение параметров теплоносителя относительно задаваемых источником теплоты.

Например, на объекте «Филиал МХАТ» устанавливается предохранительный клапан (фото 4) «Прегран» КПП 496 ∅40 мм, а в учебном корпусе СОШ на ул. Горчакова предусмотрен чугунный фланцевый пружинный предохранительный клапан Broen серии 1400 ∅32 мм, поставляемый настроенным на заводе-изготовителе на давление срабатывания 0,5 МПа.

Распространённой маркой оборудования являются предохранительные клапана Presscor 320-1 Flamco [7]. Устанавливаются предохранительные клапаны на подпиточной линии после насосов (в случае ИТП филиала МХАТ), а в учебном корпусе СОШ по ул. Горчакова они также предусмотрены на обратных трубопроводах систем отопления и вентиляции после сетчатого фильтра по ходу движения теплоносителя. На расширительных баках предохранительных клапанов ни для одного из рассмотренных объектов не предусмотрено.

Согласно п. 4.47 [2] предохранительные устройства требуется проектировать и монтировать так, чтобы давление в защищённом элементе не превышало расчётное более чем на 10%, а при расчётном давлении до 0,5 МПа — не более чем на 0,05 МПа. Расчёт пропускной способности предохранительных устройств должен производиться согласно ГОСТ 24570.

Пункт 4.48 [2] запрещает установку запорной арматуры непосредственно у предохранительных устройств, а также отбор теплоносителя от патрубка, на котором установлено предохранительное устройство. Отвод теплоносителя, попадающего в помещение теплового пункта при срабатывании предохранительного клапана, должен осуществляться по специальному отводящему трубопроводу, назначение которого — защитить эксплуатационный персонал от ожогов. Эти трубопроводы должны быть защищены от замерзания и оборудованы дренажами для слива скапливающегося в них конденсата. Установка запорных органов на них также не допускается.

В дополнение к расширительным бакам для компенсации потерь теплоносителя и заполнения закрытых водяных систем отопления и вентиляции требуются подпиточные линии. В учебном корпусе СОШ №2007 по ул. Горчакова подпиточная линия предусмотрена общая на системы вентиляции и отопления, на систему ГВС — не проектируется. В ИТП филиала МХАТ предполагается дублирование подпиточных линий, на устройство которых и оборудование запорной арматурой затрачиваются дополнительные средства. Подпитка всегда осуществляется из обратного трубопровода.

По количеству единиц насосного оборудования также есть различия: на ИТП филиала МХАТ предусматриваются подпиточные насосы, а в учебном корпусе СОШ по ул. Горчакова — нет, движение подпиточной воды осуществляется за счёт разности напоров. На подпиточной линии в ряде случаев также устанавливаются устройства регулирования давления и расхода. Например, на ИТП филиала МХАТ будет установлен регулятор разности давлений, а в учебном корпусе СОШ по ул. Горчакова — регулятор давления до себя. Подпиточная линия оборудуется двумя параллельными группами запорной арматуры: с электроприводом для работы в автоматическом режиме по сигналу с щита и подпитки внутреннего контура и с механическим ручным приводом — ручная для заполнения внутренних систем.

1. Смирнов В.В., Яворовский Ю.В., Сенников В.В. Экспериментальное подтверждение локализации переменных гидравлических режимов в тепловых пунктах с термогидравлическим распределителем // Вестник ИГЭУ, 2018. №6. С. 5–14.
2. СП 41-101–95. Проектирование тепловых пунктов. — М.: Минстрой России; ГУП ЦПП, 1997.
3. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. — Київ: ІІ ДП «Такі справи», 2007. 252 с.
4. Шарапов В.И. Проблемы трансформации открытых систем теплоснабжения в закрытые // Журнал С.О.К., 2019. №7. С. 43–47.
5. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок: Утв. приказом Минэнерго РФ от 24.03.2003 №115.
6. Чичерин С.В. Ремонт тепловых сетей: проблемы и решения // Журнал С.О.К., 2019. №10. С. 48–51.
7. Чичерин С.В. Исследование причин необеспечения гидравлических режимов и возникновения переходных процессов в системах централизованного теплоснабжения // Строительство и техногенная безопасность, 2019. №15. С. 125–134.

Использование газовых турбин для комбинированного производства энергии

Рецензия эксперта на статью получена 27.09.2019 [Expert review on the article received on September 27, 2019].

Введение

Исследуемая проблема состоит в том, что ранее в СССР, а затем в странах СНГ газотурбинные (ГТУ) и парогазовые (ПГУ) установки использовались в ограниченном количестве, несмотря на очевидность и целесообразность их широкого внедрения. В этой статье указаны основные причины и потенциальная эффективность использования газовых турбин. Рассмотрены принципиальные схемы и конструкции газотурбинных установок, технические и технико-экономические характеристики и оценка целесообразности их использования.

Актуальность проблемы заключается в том, что паротурбинные тепловые электростанции (ТЭС) исчерпали свои возможности повышения эффективности использования топлива и капитальных вложений. В мировой практике природный газ используют в первую очередь в газотурбинных и парогазовых установках. В странах СНГ до последнего времени не было достаточного опыта проектирования, строительства и эксплуатации энергетических ГТУ и ПГУ. Исследования в данной области носили, как правило, эпизодический характер. Необходимо систематизировать результаты этих исследований, провести оценку состояния исследований на мировом уровне, определить программу исследований с учётом региональных особенностей.

Основными производителями электроэнергии в России являются мощные ГЭС, АЭС и ТЭС. Структура установленной мощности электростанций ЕЭС России по состоянию на 31 марта 2019 года приведена в табл. 1.

Мощность ГТУ и ПГУ составляет 14 ГВт. Это менее 9% от всего парка тепловых электростанций ЕЭС России. Количество ТЭЦ меньшей мощности незначительно, в связи с чем теплоснабжение городов с численностью населения менее 500 тыс. человек, как правило, осуществляется от котельных

Распределение тепловых электростанций по установленной мощности следующее: ГРЭС (государственные районные электрические станции) — 38%, ТЭЦ (теплоэлектроцентрали) — 30%. Развитие энергетики России было представлено в «Схеме и программе развития Единой энергетической системы России на 2012–2018 годы» (приказ Минэнерго России от 13 августа 2012 года №387).

В России действуют 163 тепловых электростанции, из которых 124 составляют ТЭЦ с давлением пара 9 МПа и более, суммарная мощность последних — 54,8 ГВт (электрическая). Эти ТЭЦ имеют следующее распределение по мощностям (табл. 2).

Мощность ГТУ и ПГУ составляет 14 ГВт. Это менее 9% от всего парка тепловых электростанций ЕЭС России. Как видно из представленных данных, количество ТЭЦ меньшей мощности незначительно, в связи с чем теплоснабжение городов с численностью населения менее 500 тыс. человек, как правило, осуществляется от котельных. За последние 20 лет доля теплофикационной выработки ТЭС уменьшилась с 34 до 28% [5].

УДК 621.438. Научная специальность: 05.23.03.

Использование газовых турбин для комбинированного производства энергии

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

Статья посвящена обоснованию целесообразности применения газовых турбин и газотурбинных электростанций на их основе для комбинированного производства электрической и тепловой энергии (когенерации) в системах централизованного теплоснабжения городов. Исследованы принципиальные схемы и конструкции газотурбинных установок (ГТУ), технические и технико-экономические характеристики и оценка целесообразности их использования. В результате научного исследования выявлены основные причины и потенциальная эффективность использования газовых турбин. Повсеместное (в центрах тепловых и электрических нагрузок) внедрение газотурбинных установок позволит сократить потребность экономики регионов в энергетическом топливе и обеспечить прирост энергетических мощностей без строительства новых неэкономичных и сложных паротурбинных конденсационных электростанций. Обоснована целесообразность применения ГТУ в топливно-энергетическом комплексе, промышленности, сельском хозяйстве и коммунальной энергетике при техническом перевооружении этих отраслей, проектировании и строительстве новых источников энергии.

Ключевые слова: *газовая турбина, теплоэнергетика, газотурбинные установки, теплоснабжение, когенерация, впрыск пара.*

UDC 621. 438. The number of scientific specialty: 05.23.03.

The use of gas turbines for cogeneration of energy

V. A. Bulanin, PhD, CEO of "Innovative technologies — Energy", LLC (Belgorod city)

The article is devoted to substantiating the feasibility of using gas turbines and gas turbine power plants based on them for combined production of electric and thermal energy (cogeneration) in district heating systems of cities. The basic schemes and designs of gas turbine units (GTU), technical and technical-economic characteristics and evaluation of the feasibility of their use are studied. As a result of scientific research, the main reasons and potential efficiency of using gas turbines have been identified. The widespread introduction of gas turbine units (in the centers of heat and electric loads) will reduce the need for energy fuel in the regional economy and ensure an increase in energy capacity without the construction of new uneconomical and complex steam turbine condensing power plants. The expediency of using GTU in the fuel and energy complex, industry, agriculture and municipal energy in the technical re-equipment of these industries, design and construction of new energy sources is justified.

Key words: *gas turbine, heat power engineering, gas turbine installations, heat supply, cogeneration.*

При этом, например, Белгородская область не обременена, как другие регионы, большим количеством морально и физически устаревших паротурбинных электростанций, которые даже после их технического перевооружения не смогут составить конкуренции новым электростанциям, использующим современные газотурбинные технологии. С ростом цен на энергоресурсы до уровня мировых будут расти и тарифы на электроэнергию, производимую на федеральных электростанциях. Поэтому сохранение ориентации на электроснабжение преимущественно от внешних энергоисточников, через Федеральный оптовый рынок электрической энергии и мощности (ФОРЭМ), станет фактором, сдерживающим экономический рост Белгородской области.

Кроме электроэнергии в область по магистральным газопроводам поступает также природный газ, значительная доля которого используется неэффективно — на подогрев воды для горячего водоснабжения и отопления.

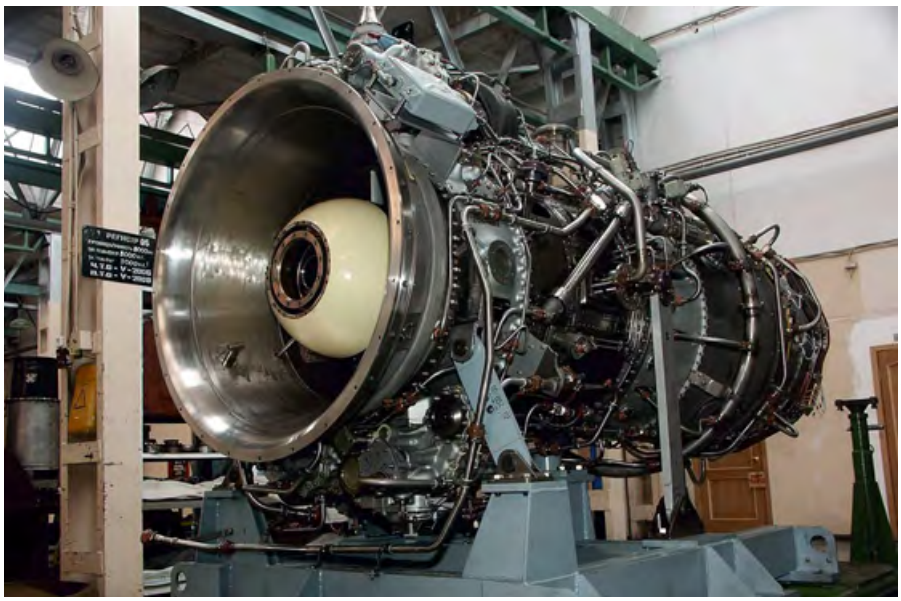


Фото: АО «ОДК-Авиадвигатель», avid.ru

Пример ГТУ — газотурбинная электростанция «Урал-4000» на базе ГТУ-4П

Обзор и анализ и современного состояния газовых турбин

В статье [9] рассмотрено и проанализировано состояние мирового и отечественного рынков газотурбинных установок разной мощности. Приведены прогнозы и перспективы выпуска ГТУ.

Газотурбинные установки имеют следующие преимущества [3]: малая стоимость, высокая степень автоматизации всех процессов, незначительное влияние на окружающую среду, маневренность и многое другое. Относительно малая удельная стоимость газотурбинных установок обеспечивается тем, что в схеме ГТУ отсутствуют такие дорогостоящие элементы паротурбинного цикла, как паровой котёл, конденсационная паротурбинная установка с системой технического водоснабжения, водоподготовительная установка. Все эти факторы делают газотурбинную установку в 2–2,5 раза дешевле конденсационной электростанции соответствующей мощности.

С развитием газотурбостроения значительно улучшены технико-экономические характеристики газотурбинных установок. Турбогруппа ГТУ (компрессор, камера сгорания, газовая турбина) выполняется, как правило, как единый блок на одной раме, испытывается на заводе и при монтаже не требует разборки. Турбогруппа доставляется на стандартной железнодорожной платформе, и после монтажа её необходимо подключить только к топливоподаче и электрооборудованию. Строительные работы и монтаж ГТУ длятся от двух до шести месяцев.

КПД газотурбинных установок в последние годы повышается за счёт начальной температуры в камере сгорания до 1100 °С. Если в 1960-е годы КПД ГТУ составлял 20 %, то в настоящее время достигнут и превышен уровень 40 %. Кроме того, значительно увеличился ресурс газотурбинных установок.

К недостаткам ГТУ относят большие потери теплоты с уходящими газами, температура которых достигает 500 °С. Однако использование этой теплоты возможно, например, в котлах-утилизаторах, в топках действующих котлов.

Газотурбинные установки имеют преимущества: малая стоимость, высокая степень автоматизации всех процессов, незначительное влияние на окружающую среду, маневренность и многое другое. Относительно малая удельная стоимость газотурбинных установок обеспечивается тем, что в схеме ГТУ отсутствуют дорогостоящие элементы паротурбинного цикла

Первое практическое применение газовых турбин в энергетике относится к 1932 году, когда швейцарская компания Brown Boveri (ныне Asea Brown Boveri, ABB) применила сетевой компрессор с турбоприводом для наддува котла (так называемый «цикл Веллокса»). Первая электростанция с газовыми турбинами была пущена фирмой Escher Wyss в Швейцарии в 1939 году, и лишь к концу 1940-х газовые турбины нашли применение в энергетике США. В конце 1976 года установленная мощность американских ГТУ составила 45,6 ГВт, то есть приблизительно 8,5 % от мощности всех энергетических установок страны. К концу 1975 года в США в эксплуатации находились установки комбинированного цикла общей мощностью около 1000 МВт.

Структура установленной мощности электростанций ЕЭС России — табл. 1

Электростанции	Установленная мощность, МВт	Установленная мощность, %
ЕЭС России, всего, в том числе:	245 810	100,00
1. Тепловые электростанции	166 070	67,56
2. Гидроэлектростанции	49 469	20,12
3. Солнечные электростанции	954	0,39
4. Ветровые электростанции	184	0,07
5. Атомные электростанции	29132	11,85

Распределение тепловых электростанций в России по мощностям — табл. 2

Мощность ТЭЦ, МВт (эл.)	50–100	101–200	201–500	501–750	751–1000	> 1000
Количество ТЭЦ	4	12	78	18	4	8
Суммарная мощность, МВт (эл.)	267	1932	28 647	11 229	2505	10 280

Анализ новых технических решений, связанных с использованием природного газа в электроэнергетике, которые содержатся в зарубежных докладах и других материалах XIV конгресса Мировой энергетической конференции (МИРЭК) [1], свидетельствует о том, что в Западной Европе, США и Японии широко используются газотурбинные и парогазовые установки с газовыми турбинами единичной мощностью до 200 МВт и с начальной температурой до 1250 °С.

В СССР разработка стационарных газовых турбин проходила по двум основным направлениям: в качестве приводов для компрессорных станций на газопроводах и энергетических установок для несения пиковых и полупиковых нагрузок.

Фото: Вадим Радченко, Twitter: @Aeronaut_ru

Город Строитель Белгородской области

Фото: Александр Рюмин / ТАСС

Завод по производству и обслуживанию газовых турбин ООО «СТГТ»

Таким образом, основная задача советского газотурбостроения на тот период заключалась в строительстве стационарных газовых турбин для привода нагнетателей. В начале 1975 года в эксплуатации находилось более 600 установок с турбинным приводом общей мощностью более 37 ГВт. Тем не менее, к 1975 году были пущены и функционировали около 20 энергетических установок мощностью от 10 до 100 МВт. Они предназначались прежде всего для покрытия пиковых нагрузок, хотя некоторые из них применялись и как базисные. Кроме того, функционировало несколько установок комбинированного цикла.

В настоящее время в импортозамещении и локализации производства в России импортных газовых турбин наметились определённые движения. Например, ООО «Сименс Технологии Газовых Турбин» («СТГТ»), созданное в 2011 году в Санкт-Петербурге, занимается разработкой, сборкой, продажей и обслуживанием газовых турбин мощностью свыше 60 МВт для рынка России и стран СНГ, а также локализацией производства. Завод, построенный с нуля и оснащённый самым высокотехнологичным оборудованием, стал одним из крупнейших предприятий энергетического сектора в регионе. Продуктовая линейка «СТГТ» включает в себя газовые турбины SGT5-2000E мощностью 187 МВт и SGT5-4000F мощностью 329 МВт.

Правительство РФ готово предоставлять субсидии российским организациям на финансовое обеспечение части затрат на проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в рамках создания производства газовых турбин большой мощности в диапазоне 60–80 и 150–180 МВт с КПД не менее 35 % в простом цикле [8]. Примером является ввод в эксплуатацию в Крыму в 2019 году двух газотурбинных электростанций мощностью по 470 МВт — Балаклавской и Таврической ТЭС.

Общее описание газотурбинных установок

Одним из наиболее важных факторов, которые должны быть изучены при разработке ГТУ, является график нагрузки системы. В тех случаях, когда установка рассчитана на использование в течение коротких отрезков времени при высокой нагрузке с частыми пусками и остановами, важно учитывать не только требуемую мощность, но и число планируемых пусков и остановов, а также скорость нагружения установки. Если имеется возможность повышать нагрузку со сравнительно малой скоростью и при этом выполнять все необходимые требования, то износ оборудования будет минимальным. При быстром пуске с быстрым нагружением межремонтный период потребуется сократить.

Как указывалось выше, одними из первых парогазовых установко, реализованных на практике, были газотурбинные надстройки к паротурбинным блокам, в которых выхлопные газы газовой турбины сбрасывались в обычный паровой котёл. Поскольку мощность газотурбинной установки по сравнению с паровой турбиной относительно была мала, этот тип устройств не позволял выявить все преимущества ПГУ.

В связи с этим для дальнейшего анализа рассматриваются две наиболее характерные разновидности парогазовых установок.

1. Парогазовая установка с высоконапорным парогенератором. В данной установке теплота к паротурбинному циклу подводится как от уходящих газов газовой турбины, так и путём расхолаживания продуктов сгорания перед газовой турбиной. Коэффициент избытка воздуха в камере сгорания близок к стехиометрическому.

2. Парогазовая установка с котлом-утилизатором. В данной установке теплота к паротурбинному циклу подводится только от уходящих газов газовой турбины. Для регулирования параметров пара в котле-утилизаторе и повышения тепловой экономичности паротурбинной части цикла возможно дожигание дополнительного топлива в содержащих остаточный кислород уходящих газах. Температура рабочего тела перед газовой турбиной поддерживается регулированием избытка воздуха.

Применение ГТУ в качестве энергетических установок

Внедрение газотурбинных установок в энергетику идёт в двух направлениях: в качестве самостоятельных энергетических установок и в составе ПГУ.

Современные газотурбинные установки мощностью 12–150 МВт с температурой газов перед турбиной 900 до 1200 °С имеют КПД на уровне 28–33 %, что обеспечивает удельные расходы топлива на выработку электроэнергии 440–370 г у.т. на 1 кВт·ч. Хотя ГТУ по экономичности заметно уступают паросиловым энергоблокам, благодаря более низким капиталовложениям, простоте сооружений, малой потребности в охлаждающей воде и высоким маневренным характеристикам ГТУ находят применение в качестве пиковых мощностей в энергосистемах (ГРЭС-3 «Мосэнерго», Ивановская и Симферопольская ГРЭС, Краснодарская ТЭЦ) и базовых энергетических установках в отдалённых районах и изолированных энергосистемах (Якутская ГРЭС, Небит-Дагская ГРЭС, плавучие электростанции «Северное сияние», передвижные электростанции на Севере и т.п.).

Газовые турбины мощностью до 25 МВт, выполненные на базе авиационных и судовых двигателей, имеют независимые валы для привода компрессора (группы компрессоров) и генератора. Мощные современные ГТУ выполняются одновальными с единым приводом компрессора и генератора.

После освоения в энергетическом газотурбостроении газовых турбин с высокими начальными температурами газов (на уровне 1100–1300 °С) температура газов на выхлопе газовых турбин достигла значений 520–550 °С, и утилизация теплоты стала возможной путём выработки пара достаточных параметров для его использования в мощных паросиловых установках. При применении газовых турбин с более низкими начальными температурами газов, когда на выхлопе их температура составляет 350–450 °С, теплота газов может использоваться в котлах паросиловой установки, для подогрева питательной воды и конденсата, для производства пара для технологических нужд, для подогрева сетевой воды.

По схеме парогазовой установки с высоконапорным парогенератором топливо сжигается в топке под давлением, а теплота сожжённого топлива одновременно используется для производства пара и подачи в газовую турбину горячих газов

Наиболее экономичной ПГУ является установка, работающая по чисто утилизационной схеме, в которой утилизируемая теплота уходящих газов используется для производства пара, направляемого в паровую турбину. В утилизационных ПГУ мощность газовых турбин достигает 60–65 % мощности энергоблока, а КПД нетто составляет 50–51 %. При сооружении новых мощностей на электростанции, сжигающих только газовое топливо, приоритет за ПГУ утилизационного типа неоспорим. В этом типе ПГУ максимальная единичная мощность блока определяется мощностью газовых турбин. Газотурбинная надстройка по мощности может составлять 1/3 мощности паровой турбины, а с учётом повышения мощности паровой турбины, при отключении отбора пара на подогреватель высокого давления (ПВД), мощность блока после надстройки повышается на 50 %. КПД ПГУ с вытеснением регенерации на базе блока сверхкритического давления (СКД) мощностью 300 МВт достигает 45 %.

В процессе освоения газовых турбин, когда температура газов перед газовыми турбинами определялась величиной от 700 до 800 °С, были разработаны парогазовые установки с высоконапорным парогенератором (Невинномысская ГРЭС, ПГУ-170). По схеме ПГУ с высоконапорным парогенератором (ВПГ) топливо сжигается в топке под давлением, а теплота сожжённого топлива одновременно используется для производства пара и подачи в газовую турбину горячих газов. Схема сложная, имеет дополнительные камеры сгорания, а сравнительно малая мощность газовой турбины (около 15 %) делает цикл малоэкономичным. Основным преимуществом ПГУ с ВПГ являются малые металлоёмкость и габариты котла.

Следует отметить, что для оперативного резерва и пикового режима должны выбираться наиболее дешёвые и мобильные типы газовых турбин. Для полупиковых и базовых режимов (как для автономно работающих ГТУ, так и для ГТУ, работающих в составе ПГУ) должны использоваться наиболее экономичные газотурбинные двигатели.

Специфические условия эксплуатации оборудования ГТУ и ПГУ

Технические требования к ГТУ изложены в ГОСТ 29328–92 «Установки газотурбинные для привода турбогенераторов. Общие технические требования», а также в главе 4.6 «Правил технической эксплуатации электростанций и сетей».

Оборудование ГТУ выполняется в виде блочных конструкций. Блоки должны быть готовыми к монтажу без разборки и ревизии. У ГТУ со свободной турбиной более высокий уровень заброса частоты вращения при сбросах нагрузки. ГТУ с подобными турбинами не могут разворачиваться при пусках от генератора через ТПУ, но на разворот требуются значительно меньшие мощности.

Номинальная скорость пуска и нагружения устанавливается в технических условиях (ТУ) на газотурбинные установки конкретного типа заводом-изготовителем и обычно составляет для ГТУ мощностью до 25 МВт — 10 минут, для ГТУ большей мощности — до 20 минут.

Технико-экономическое обоснование применения ГТУ-ТЭЦ

Самым эффективным способом энергоснабжения и энергосбережения в мировой практике признан способ комбинированного производства электрической и тепловой энергии на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ). При этом для производства электрической энергии в газотурбинных установках используется природный газ, а для производства тепловой энергии — низкопотенциальная теплота отработавшего в турбине газа. За счёт утилизации этого тепла покрывается более 70 % годовой потребности в тепловой энергии. Водогрейные котлы, в топках которых сжигается природный газ, используются, как правило, для снятия пиковых тепловых нагрузок в наиболее холодные периоды отопительного сезона и обеспечивают выработку до 30 % годовой потребности.

ГТУ малой и средней мощности (от 2,5 до 30 МВт) найдут применение при реконструкции и модернизации систем энергоснабжения промышленных предприятий области, систем теплоснабжения ЖКХ. Газотурбинные установки большой мощности (до 100 МВт и более) целесообразно использовать в системах централизованного тепло- и электроснабжения крупных городов и горно-металлургического комплекса области.

В настоящее время известно много технологических схем ГТУ, каждая из которых учитывает специфику их применения и предъявляемые к ним требования. Они отличаются друг от друга экономичностью, параметрами и формой теплоносителя, но основная идея высокоэффективного применения ГТУ — утилизация теплоты выхлопных газов (комбинированная схема) на ГТУ-ТЭЦ.

Основными преимуществами газотурбинных электростанций являются:

- низкий удельный расход условного топлива на производство электроэнергии (150–180 г/кВт·ч) по сравнению с действующими ГРЭС (360–390 г/кВт·ч);
- меньшие на 30–70% удельные капитальные вложения;
- сокращённые в два-три раза сроки строительства;
- низкая удельная численность эксплуатационного персонала;
- пониженные в два-три раза выбросы вредных веществ в окружающую среду;
- отсутствие потребности в системах технического водоснабжения;
- максимальная приближённость к потребителю (не требуется весьма дорогостоящее строительство дополнительных ЛЭП и подстанций 110–500 кВ);
- значительное сокращение затрат в газодобывающую отрасль и магистральные газопроводы.

При реконструкции существующих котельных дополнительную экономию можно получить путём внедрении комбинированной схемы производства энергии за счёт уменьшения затрат на строительство подъездных путей, здания для ГТУ-ТЭЦ, систем топливоподачи и дымоудаления, водоподготовительной установки и пр.

Один из показателей энергетической эффективности ТЭЦ — удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении; её зависимость на ГТУ-ТЭЦ от КПД газовой турбины представлена на рис. 1.

Применение современных газотурбинных технологий и высокий уровень их самоокупаемости положительно влияет как процесс привлечения инвестиций, так и на наращивание степени надёжности и экономичности основных производств области: сельскохозяйственные перерабатывающие предприятия, горно-металлургический комплекс и др.

В городе Белгороде построены и действуют две газотурбинные ТЭЦ с утилизацией теплоты отработавших газов в котлах-утилизаторах на ГТУ-ТЭЦ «Луч» и на Белгородской ТЭЦ мощностью каждой по 60 МВт (2×30 МВт).

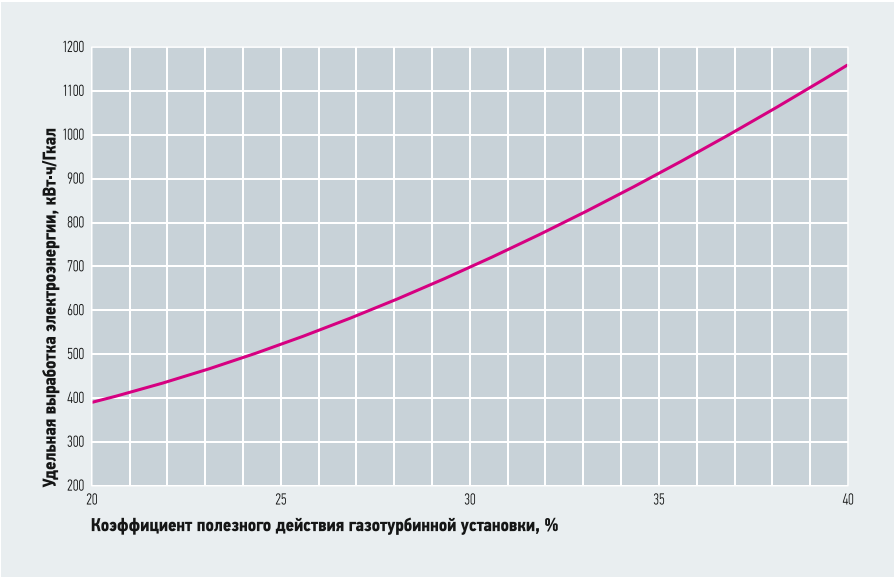


Рис. 1. Удельная выработка электроэнергии ГТУ-ТЭЦ на тепловом потреблении

Пути совершенствования теплоэнергетики Белгородской области с использованием ГТУ

Для примера возьмём Белгородскую область. Современное состояние экономики области таково, что при суммарной присоединённой нагрузке потребителей порядка 2 ГВт поставки электроэнергии на 93% осуществляются с федеральных электростанций по магистральным линиям электропередачи — её электроснабжение полностью зависит от ситуации, складывающейся на ФОРЭМ [4]. Сохранение ориентации на электроснабжение области преимущественно от внешних энергоисточников через оптовый рынок электроэнергии и мощности (ОРЭМ) станет одним из основных факторов, сдерживающих её экономический рост.

Основными потребителями электроэнергии в Белгородской области являются устойчиво работающие и постоянно наращивающие своё производство энергоёмкие предприятия одного из крупнейших в мире горно-металлургического комплексов. Область не обременена, как другие регионы, большим количеством морально и физически устаревших паротурбинных электростанций, которые даже после их техперевооружения не смогут составить конкуренции новым электростанциям, использующим современные газотурбинные технологии.

Кроме электроэнергии в область по магистральным газопроводам поступает также природный газ, значительная доля которого используется неэффективно — на подогрев воды для горячего водоснабжения и отопления.

Таким образом, экономика Белгородской области находится в двойной энергетической зависимости, обусловленной: постоянно возрастающим потреблением производимой в других регионах электроэнергии; ростом использования природного газа для покрытия потребности промышленности, а также нагрузок отопления и горячего водоснабжения (80%).

Подъём экономики области немыслим без снижения стоимости энергетической продукции и, как следствие, снижения затрат на производство, например, энергоёмкой продукции её горно-металлургического комплекса.

Реальный путь решения этой проблемы — сократить на 15–20% расход природного газа в промышленности и в жилищно-коммунальном секторе за счёт внедрения энергосберегающих мероприятий и направить его на производство электроэнергии по комбинированному циклу на собственных газотурбинных ТЭЦ (ГТУ-ТЭЦ) [2]. Это, в свою очередь, на 50–70% сократит поставки электроэнергии в область с ОРЭМ.

Одним из путей развития энергетики региона является использование в системах теплоснабжения ГТУ с энергетическим впрыском пара в камеру сгорания — ГТУ-STIG.

ГТУ с энергетическим впрыском пара в камеру сгорания

ГТУ-STIG (Steam Injection Gas Turbine) являются одним из перспективных направлений для применения в источниках централизованного теплоснабжения. Под энергетическим впрыском обычно понимают подачу в камеру сгорания газотурбинной установки пара, произведённого в котле-утилизаторе теплотой уходящих газов газовой турбины, в количестве 10–25% по отношению к расходу воздуха, поступающего через компрессор. Такой впрыск обеспечивает значительный рост КПД (на 20–60%) и мощности ГТУ (в 1,5–2 раза). Подробный обзор состояния разработок ГТУ-STIG (с энергетическим впрыском пара в камеру сгорания) за рубежом представлен в [6, 10–14].

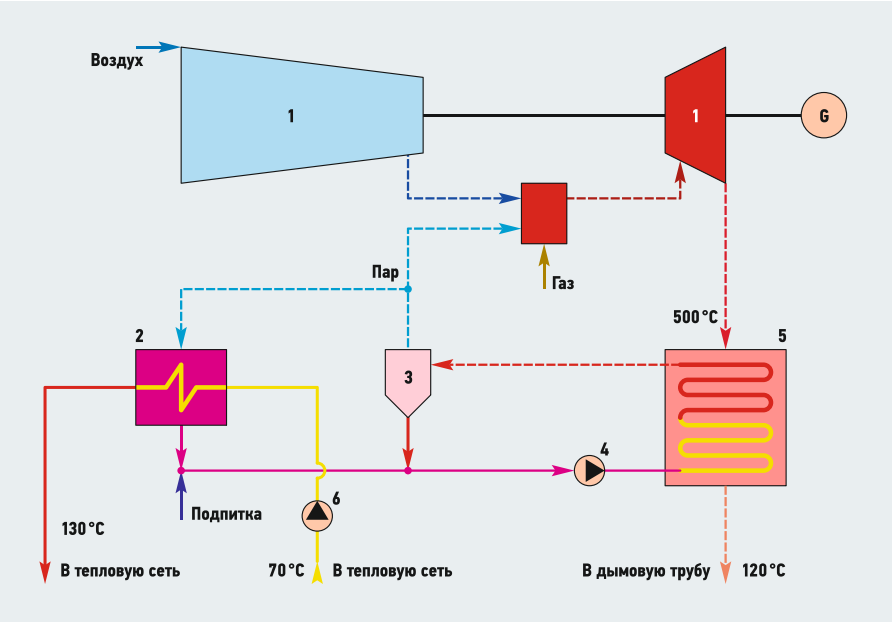


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема газотурбинной электростанции мощностью 25 МВт с энергетическим впрыском пара в камеры сгорания ГТУ (1 — ГТУ 25 МВт; 2 — пароводяной подогреватель сетевой воды производительностью 50 Гкал/ч, 850 т/ч; 3 — сепаратор пара; 4 — питательный насос; 5 — паровой котёл-утилизатор; 6 — сетевой насос)

Газотурбинные электростанции эффективнее паротурбинных, а в связи с тем, что впрыск пара в камеру сгорания ГТУ дополнительно повышает их экономичность и экологичность, целесообразнее всего их применение в системах централизованного теплоснабжения городов. ТЭЦ, источники систем теплоснабжения, размещаются, как правило, в центрах теплопотребления в пределах радиуса эффективного теплоснабжения населённого пункта. Поэтому, исходя из вышеизложенного, предлагается в системах централизованного теплоснабжения городов, во-первых, вместо паротурбинных ТЭЦ применять газотурбинные установки, во-вторых, для более эффективного применения ГТУ целесообразно предусматривать в их технологической схеме энергетический впрыск пара.

На рис. 2 показана, как один из предпочтительных вариантов, ГТУ-ТЭЦ с впрыском пара. Эта задача актуальна, например, для Белгородской области, установленная мощность объектов генерации на территории которой — 251 МВт, из них 185 МВт приходится на ТЭЦ и 66 МВт — на станции промышленных предприятий (сахарные заводы). Эти электростанции покрывают менее 5% потребности региона в электроэнергии. Поэтому теплоснабжение потребителей обеспечивается преимущественно от отопительных котельных.

Газотурбинные установки мощностью 25 МВт работают в базовом режиме со сбросом отработавших газов с содержанием кислорода 15% и температурой 450–500°С в ПКУ. Вырабатываемый пар используется: в летний период — преимущественно в качестве энергетического впрыска в ГТУ, в зимний период — преимущественно для подогрева сетевой воды на отопление и горячее водоснабжение потребителей. Пиковая отопительная нагрузка кратковременно покрывается за счёт дополнительного сжигания природного газа в ПКУ.

Основные научно-технические проблемы, которые решаются при создании ГТУ-ТЭЦ по предложенной технологической схеме с впрыском пара в камеру сгорания: подготовка умягчённой воды требуемого качества для восполнения безвозвратных потерь пара на впрыск в камеру сгорания ГТУ с расходом ориентировочно 1 т на 1 МВт·ч; разработка прямоточного парового котла-утилизатора оптимальной конструкции.

Прогноз мирового выпуска газотурбинного оборудования в 2012–2021 годах представлен в [7].

Выводы

Учитывая положительный мировой опыт, уровень развития газотурбинных технологий и наличие природного газа, целесообразно и необходимо использовать ГТУ и ПГУ в топливно-энергетическом комплексе, промышленности, сельском хозяйстве и коммунальной энергетике при техническом перевооружении этих отраслей, проектировании и строительстве новых источников энергии. Повсеместное (в центрах тепловых и электрических нагрузок) внедрение газотурбинных установок позволит сократить потребность экономик регионов в энергетическом топливе и обеспечить прирост энергетических мощностей без строительства новых неэкономичных и сложных паротурбинных КЭС. Для выбора оптимальных вариантов технологических схем и оборудования ГТУ и ПГУ с учётом специфики и климатических условий региона целесообразно проведение комплекса прикладных научно-исследовательских работ. При этом необходимо максимально использовать опыт и технологии передовых зарубежных стран и России.

Вырабатываемый пар используется в летний период преимущественно для энергетического впрыска в ГТУ, в зимний — для подогрева сетевой воды

1. Кожуховский И.С. Перспективы развития тепловой энергетики России / Российская энергетика: VII ежегодная конференция газеты «Ведомости». — М., 2013.
2. Скиба М.В. Тенденции развития рынка газотурбинных установок // Вестник СамГУ. Серия: Экономика и управление, 2015. №9/2. С. 156–164.
3. Буланин В.А., Захидов Р.А. Пути совершенствования теплоэнергетики Узбекистана // Проблемы информатики и энергетики (Узбекистан), 1992. №2. С. 23–28.
4. Баринберг Г.Д., Бенинсон Е.И. Влияние параметров свежего пара, промежуточного перегрева и единичной мощности на экономичность теплофикационных турбин / В сб.: Опыт создания турбин и дизелей. — Свердловск: Средне-Уральское книжное изд-во, 1969. С. 97–102.
5. Правила предоставления из федерального бюджета субсидий российским организациям на финансовое обеспечение части затрат на проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ в рамках создания производства газовых турбин большой мощности: Постановление Правительства РФ от 21.03.2019 №301-ПП.
6. Вольфберг Д.Б. XIV Конгресс мировой энергетической конференции // Энергохозяйство за рубежом, 1990. №1. С. 1–5.
7. Буланин В.А., Буланин А.В., Лапин Е.А. Газотурбинные технологии — в энергетику Белгородской области // Газотурбинные технологии, 2001. №1. С. 14–16.
8. Парогазовые установки с внутрицикловой газификацией топлива и экологические проблемы энергетики / В.М. Масленников, Ю.А. Выскубенко, В.Я. Штеренберг (СССР); Г.Р. Смитсон, Ф.Л. Робсон, А.В. Лемон, В.Т. Лохон (США). — М.: Наука, 1983. 264 с.
9. Kadi R., Bouam A., Aissani S. Analyze of gas turbine performances with the presence of the steam water in the combustion chamber. Revue des Energies Renouvelables: International Conference on Renewable Energy and Sustainable Development (ICRESD) 2007. Tlemcen, Algeria. 2007. Pp. 327–335.
10. Haselbacher H. Performance of water/steam injected gas turbine power plants consisting of standard gas turbines and turbo expanders. International Journal of Energy Technology and Policy. 2005. Vol. 3. No. 1/2.
11. Mathioudakis K. Evaluation of steam and water injection effects on gas turbine operation using explicit analytical relations. Proc. of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy. 2002. Vol. 216. Issue 6. Pp. 419–431.
12. Cheng D.Y., Nelson A.L.C. The chronological development of the change cycle steam injected gas turbine during the past 25 years. Proc. of the American Society of Mechanical Engineers (ASME) Turbo Expo 2002. Amsterdam, Netherlands. June 3–6, 2002.
13. Zhao D., Ohno Y., Furuhata T., Yamashita H., Arai N., Hisazumi Y. Combustion technology in a novel gas turbine system with steam injection and two-stage combustion. Journal of Chemical Engineering of Japan. 2001. Vol. 34. No. 9. Pp. 1159–1164.
14. Ольховский Г.Г., Гончаров В.В. Конструкции некоторых современных ГТУ и ПГУ и прогноз мирового выпуска газотурбинного оборудования в 2012–2021 гг. (обзор). — М.: Ассоциация газотурбинных технологий для энергетики и промышленности, 2014.

References — see page 78.

Зависимость теплотехнической однородности наружных стен жилых зданий от их геометрических характеристик и климатических параметров

Рецензия эксперта на статью получена 03.03.2020 [Expert review on the article received on Mart 3, 2020].

Задача оценки влияния дополнительных потерь теплоты через точечные и линейные неоднородности в конструкциях наружных стен в различных районах строительства для разных групп зданий является весьма актуальной, поскольку подобные подходы к расчёту значительно расширяют возможности по разработке энергосберегающих и одновременно экономически эффективных ограждающих конструкций. Этот вопрос в настоящее время затрагивается в публикациях многих авторов [1–4]. Теоретические предпосылки такого рода расчётов можно найти, в частности, в такой классической работе, как [5], хотя широкое применение они смогли найти только сейчас, в связи с распространением быстродействующих ЭВМ. В последнее время в нашей стране и за рубежом появляется ряд других работ, например, [6–8], где оценка теплопотребности зданий и теплопотерь через их ограждающие конструкции решается несколько в иной плоскости — в первую очередь с учётом динамического режима и текущих теплопоступлений на основе компьютерного моделирования, однако для инженерных расчётов такие модели пока являются достаточно сложными.

Основными нормативными документами РФ, содержащими методику учёта теплотехнических неоднородностей ограждающих конструкций, являются Свод Правил 50.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003 “Тепловая защита зданий”» (с Изм. №1) [СП 50] и Свод Правил 230.1325800.2015 «Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей» (с Изм. №1) [СП 230].

Оценка влияния дополнительных потерь теплоты через точечные и линейные неоднородности в конструкциях наружных стен в различных районах строительства для разных групп зданий весьма актуальна

Проведём исследование зависимости теплотехнической однородности наружных ограждений жилых зданий от их геометрических характеристик для трёх районов строительства, а именно Москвы, а также Махачкалы и Красноярска, как представителей наиболее северных и южных городов на территории России, поскольку они сильно отличаются по своим климатическим параметрам.

Расчёты проводились для 15 жилых зданий, имеющих различную геометрию и этажность. Их отапливаемый объём находился в пределах от 30 тыс. до 100 тыс. м³. Геометрические параметры (размеры стен, окон, протяжённость линейных и точечных неоднородностей) зданий принимались по существующим строительным чертежам. Целью работы является установление зависимости между коэффициентом теплотехнической однородности наружной стены и геометрическими характеристиками исследуемых объектов, а также количеством градусо-суток отопительного периода для вышеперечисленных городов:

$$ГСОП = (t_в - t_{от}) z_{от},$$

где $t_{от}$ и $z_{от}$ — соответственно, средняя температура наружного воздуха за отопительный период [°C] и его продолжительность [сут/год], которые принимаются

УДК 697.1. Научная специальность: 05.23.03.

Зависимость теплотехнической однородности наружных стен жилых зданий от их геометрических характеристик и климатических параметров

О. Д. Самарин, к.т.н., доцент; **М. З. Полякова**, студент магистратуры, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Рассмотрена оценка влияния дополнительных потерь теплоты через точечные и линейные элементы в конструкциях наружных стен для группы жилых зданий в различных районах строительства в пределах РФ. Получены корреляционные зависимости для коэффициента теплотехнической однородности от коэффициентов компактности и сплюснутости зданий. Показано, что для исследованной группы объектов данные зависимости являются возрастающими с достаточно высокими коэффициентами корреляции, так как вклад дополнительных теплопотерь через неоднородности при этом растёт, а отапливаемый объём не является значимым фактором. Выявлена взаимосвязь аппроксимирующих коэффициентов этих зависимостей и градусо-суток отопительного периода в районе строительства и обнаружено, что в условиях более сурового климата теплотехническая однородность конструкций ухудшается, поскольку повышается относительная доля тепловой проводимости точечных и линейных элементов.

Ключевые слова: *теплотехническая однородность, точечные и линейные элементы, коэффициент компактности, отапливаемый объём, градусо-сутки, корреляция.*

UDC 697.1. The number of scientific speciality: 05.23.03.

Dependence of thermal uniformity of external walls of residential buildings on their geometric characteristics and climatic parameters

O. D. Samarin, PhD, Associate Professor; **M. Z. Polyakova**, post-graduate student, National Research University Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

The paper considers the assessment of the effect of additional heat losses through point and linear elements in external wall structures for a group of residential buildings in various construction areas within the Russian Federation. Correlation dependences for the coefficient of thermal uniformity on the coefficients of compactness and flatness of buildings are obtained. It is shown that for the studied group of objects, these dependencies are increasing with sufficiently high correlation coefficients, since the contribution of additional heat losses through inhomogeneities increases, and the heated volume is not a significant factor. The relationship between the approximating coefficients of these dependencies and the degree-day of the heating period in the construction area was revealed. It was found that in a more severe climate, the thermal uniformity of structures deteriorates, since the relative share of the thermal conductivity of point and linear elements increases.

Key words: *thermal uniformity, point and linear elements, coefficients of compactness, heated volume, degree-day, correlation.*

Рис. 1. Взаимозависимость коэффициента теплотехнической однородности и коэффициентов компактности и сплюснутости здания

по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01–99*»; $t_в$ — средняя температура внутреннего воздуха в здании по ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». В качестве геометрических параметров зданий приняты:

- расчётный показатель коэффициента компактности здания [м$^{-1}$], определяемый как $K_{комп} = A_{сум}/V_{от}$, где $A_{сум}$ — общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций; $V_{от}$ — отапливаемый объём здания, равный объёму, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений здания, м^3;
- коэффициент сплюснутости $K_{спл}$ [9,10], то есть отношение суммы площадей пола над подвалом и покрытия (или чердачного перекрытия) к сумме площадей фасадов (стен с окнами).

В табл.1 в качестве примера приведены данные вычислений по методике Приложения Е СП 50 для одного из исследованных зданий в городе Москве. Его отапливаемый объём равен 87782 м^3, коэффициент сплюснутости — 0,151, а коэффициент компактности — 0,17.

Аналогичным образом были проведены расчёты и для остальных объектов, результаты которых позволили установить взаимосвязь между величиной r и такими параметрами, как $V_{от}$, $K_{комп}$ и $K_{спл}$. Так же, как и в работах [9,10], относящихся к общественным зданиям, были построены соответствующие поля корреляции, и на них обозначались линии тренда.

На основании расположения точек на рис. 1 можно отметить, что для Москвы между r и $K_{спл}$ наблюдается достаточно хорошо выраженная корреляция с коэффициентом 0,59, а между r и $K_{комп}$ корреляция несколько меньше и равна 0,56.

Линейная зависимость r от $K_{спл}$ приближённо описывается уравнением вида $y = 0{,}95x - 0{,}42$, а для зависимости r от $K_{комп}$ формула имеет вид $y = 0{,}25x + 0{,}04$.

В обоих случаях функции являются возрастающими, что несколько отличается от результатов [9,10], где корреляция r на $K_{комп}$ оказалась отрицательной, а r на $K_{спл}$ — практически отсутствовала. По-видимому, это можно объяснить меньшим разнообразием форм и других конструктивных характеристик жилых зданий по сравнению с общественными, поэтому перечисленные параметры выходят на первый план. На рис. 2 представлено поле корреляции r и $V_{от}$, также для климатических условий Москвы. Видно, что в этом случае никакой статистически устойчивой зависимости не наблюдается (коэффициент корреляции всего 0,18).

Рис. 2. Зависимость коэффициента теплотехнической однородности от отапливаемого объёма

Сводная таблица тепловых потоков через теплопроводные включения и узлы табл. 1

Вид неоднородности	Суммарная протяжённость линейных элементов, м	Удельная длина l_j [м/м^2] или кол-во точечных элементов n_k, шт/м^2	Значение величины доп. теплового потока ψ_j [Вт/(м·К)] или χ_k, Вт/К (по СП 230)	Доп. потери теплоты через узлы (произведение значений в кол. 3 и 4), Вт/(м^2·К)
1	2	3	4	5
Тарельчатые дюбели, шт.	–	6	0,005	0,030
Оконные откосы, м	12499	0,9761	0,104	0,102
Углы вогнутые / выпуклые, м	372,52 / 0	0,0291 / 0,0	–0,26 / 0,085	–0,008 / 0,0
Примыкание к фундаменту / к кровле, м	134,4 / 134,4	0,0105 / 0,0105	0,086 / 0,086	0,001 / 0,001
$\Delta K = \Sigma(\psi_j l_j) + \Sigma(\chi_k n_k)$ **— сумма по кол. 5, то есть общая удельная тепловая проводимость точечных и линейных элементов**, Вт/(м^2·К)				0,126
Требуемое сопротивление стены теплопередаче по величине *ГСОП* $R_{пр}$, м^2·К/Вт				2,99
Требуемый коэффициент теплопередачи стены $K = 1/R_{пр}$, Вт/(м^2·К)				0,33
Удельная тепловая проводимость по глади стены $U_{тр} = K - \Delta K$, Вт/(м^2·К)				0,208
Коэффициент теплотехнической однородности $r = U_{тр}/K$				0,62

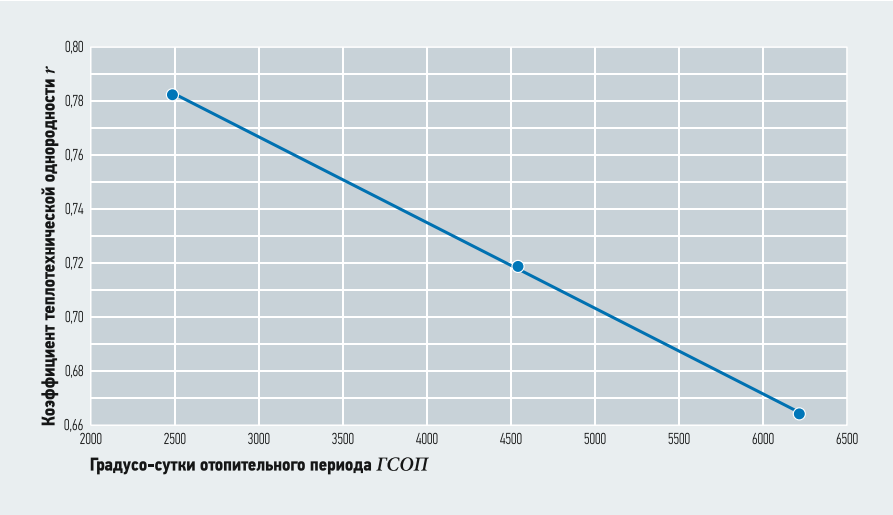


Рис. 3. Средние значения коэффициента теплотехнической однородности в зависимости от *ГСОП*

Это говорит о том, что отапливаемый объём для рассматриваемой группы зданий практически никак не влияет на величину теплотехнической однородности. Данный результат подтверждает выводы, сделанные ранее в работах [9,10].

Такие же расчёты были проведены и для климатических условий Красноярска и Махачкалы. По их результатам были получены соответствующие корреляционные зависимости, а также средние значения величины *r* для всей группы исследуемых зданий, что позволило установить его связь с основной характеристикой наружного климата — параметром *ГСОП*. Соответствующее поле корреляции и линия тренда представлены на рис. 3. Она очень хорошо аппроксимируется зависимостью вида $y = 3{,}18 \times 10^{-5}x + 0{,}862$.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что коэффициент теплотехнической однородности будет иметь меньшее значение в северных городах, соответственно, необходимая толщина утеплителя будет расти быстрее, чем требуемое сопротивление теплопередаче исходя из *ГСОП*, что можно объяснить тем, что в северных широтах повышается относительная доля тепловой проводимости точечных и линейных элементов в конструкции стены.

Представляет интерес также связь числовых коэффициентов *A* и *B* линий тренда для наиболее выраженной корреляции *r* и $K_{спл}$ с климатическими параметрами района строительства, определяемыми величиной ГСОП. В табл. 2 представлены полученные по результатам расчётов значения *A* и *B* для климатических условий городов, использованных в работе. Аналогичным образом находим их связь с ГСОП, графически изображённую на рис. 4. Соответствующие уравнения, описывающие эти зависимости: для коэффициента *A*: $y = -0{,}0001x + 1{,}47$; для коэффициента *B*: $y = 0{,}0001x - 0{,}95$.

Коэффициент теплотехнической однородности будет меньше в северных городах. Необходимая толщина утеплителя будет расти быстрее, чем требуемое сопротивление теплопередаче

При этом по сравнению с Москвой связь *r* и $K_{спл}$ будет менее значима в более северных районах, откуда следует, что в этом случае коэффициент сплюснутости меньше влияет на величину коэффициента теплотехнической однородности.

Таким образом, в развитие работ [9,10], в которых был сделан вывод о том, что определяющим геометрическим параметром, оказывающим наибольшее влияние на теплотехническую однородность наружных ограждений здания, служит именно коэффициент компактности, можно сделать вывод, что для жилых зданий и коэффициент сплюснутости также заметно влияет на величину *r*. Полученные зависимости имеют достаточно простой вид и пригодны для оценочных расчётов в практике проектирования.

Параметры корреляционных зависимостей *r* от $K_{спл}$ при различных *ГСОП* табл. 2

Город	*ГСОП*	*A*	*B*
Москва	4551	0,9501	–0,4237
Махачкала	2491	1,1862	–0,6694
Красноярск	6221	0,756	–0,2432

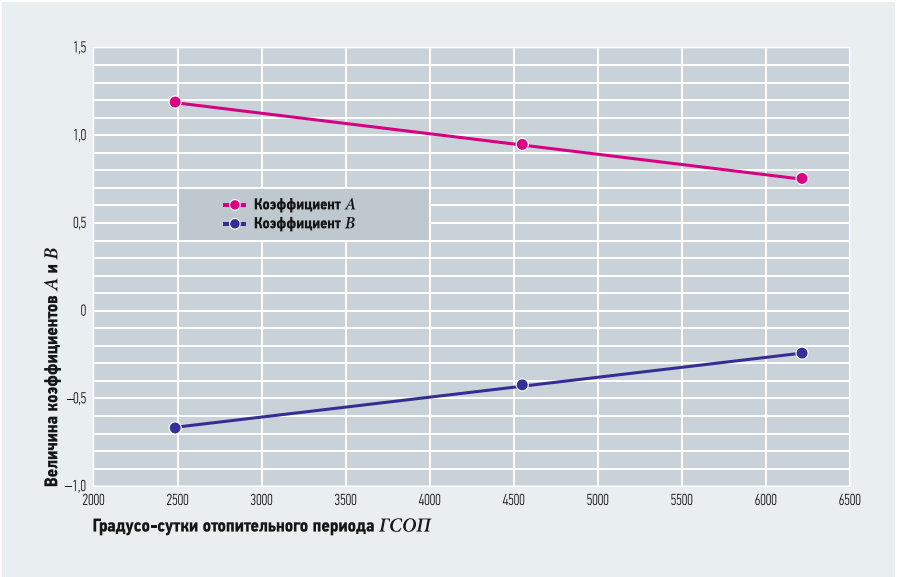


Рис. 4. Взаимосвязь параметров *A* и *B* в корреляционных зависимостях *r* от $K_{спл}$ и *ГСОП*

1. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчёта приведённого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // Строительные материалы, 2010. №12. С. 4–12.
2. Гагарин В.Г., Дмитриев К.А. Учёт теплотехнических неоднородностей при оценке теплозащиты ограждающих конструкций в России и европейских странах // Строительные материалы, 2013. №6. С. 14–16.
3. Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Об оценке энергетической эффективности энергосберегающих мероприятий // Инженерные системы, 2014. №2. С. 26–29.
4. Винский П.В. Использование СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» при проектировании общественных зданий // Журнал С.О.К., 2018. №2. С. 84–87.
5. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания / Под ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г. Гагарина. Изд. 5-е. — М.: АВОК-Пресс, 2006. 256 с.
6. Дорошенко А.В. Имитационная термодинамическая модель здания // БСТ, 2017. №12. С. 42–43.
7. De Rosa M., Bianco V., Scarpa F., Tagliafico L.A. Modelling of energy consumption in buildings: an assessment of static and dynamic models. Russian Journal of Construction Science and Technology. 2016. Vol. 2. No. 1. Pp. 12–24.
8. Horikiri K., Yao Y., Yao J. Modelling conjugate flow and heat transfer in a ventilated room for indoor thermal comfort assessment. Building and Environment. 2014. No. 77. Pp. 135–147.
9. Самарин О.Д., Насонова Е.О. Исследование зависимости теплотехнической однородности наружных ограждений от геометрических характеристик зданий // Жилищное строительство, 2016. №1–2. С. 19–22.
10. Самарин О.Д., Насонова Е.О. Зависимость теплотехнической однородности наружных ограждений от геометрии здания для различных климатических районов // Фасадные системы, 2016. №1. С. 40–42.

References — see page 79.

27-29 ОКТЯБРЯ 2020

МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

HEAT&POWER

САМАЯ КРУПНАЯ В РОССИИ И СНГ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ПРОМЫШЛЕННОГО КОТЕЛЬНОГО, ТЕПЛООБМЕННОГО, ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

- **6673** посетителя — конечные заказчики и дилеры продукции для теплоэлектроснабжения
- **4000 м²** площадь выставочной экспозиции

Организатор

Международная Выставочная Компания

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

ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД
heatpower-expo.ru

Энергетика и дисперсность тумана, образованного ультразвуковым увлажнителем

Предложенная ранее гипотеза о бимодальном спектре капель «ультразвукового» тумана — это новый взгляд на физический процесс и на его энергетическую эффективность.

Автор: Ю.В. МАЛЬГИН, к.т.н., старший научный сотрудник, научный консультант ЗАО «Бюро Техники — Проект»

Рассмотрим процесс образования тумана, происходящий в увлажнителе воздуха, в котором распыляют воду с помощью ультразвукового фонтана [1]. Туман — это относительно устойчивая, но постоянно изменяющаяся («стареющая») среда, содержащая множество сконцентрированных в некотором объёме свободно витающих в воздухе капель воды.

Преобразование первично образованного тумана — его «старение» — наблюдается постоянно, поскольку с течением времени происходит: уменьшение концентрации, количества витающих капель — испарение самых мелких капель, укрупнение капель при переконденсации влаги на поверхность более крупных капель, коалесценция — слияние капель, изменение их электростатического заряда, повышение степени гравитационного осаждения — седиментации крупных капель и др. Отдельные стадии «старения» тумана, претерпевающего ряд трансформаций, протекают за доли секунды, иные за десятки минут и более.

Исследователи жидких аэрозолей часто не придавали должного значения малозаметным быстро происходящим стадиям его изменения. При этом они сталкивались (и продолжают сталкиваться) с изучением не первично образованного тумана, а его изменённого прообраза — «вторичного» тумана, параметры которого удавалось зафиксировать с помощью применяемых ими соответствующих методик измерений и имеющихся в наличии доступных измерительных средств (прямые бесконтактные способы регистрации минимальных размеров и количества капель плотного тумана доступны только для частиц величиной, измеряемой десятыми долями микрометра).

При описании тумана, полученного распылением воды в ультразвуковом фонтане, исследователи наиболее часто оперируют данными, полученными при изучении изменённого «вторичного» спектра капель, описываемого понятиями, корреспондирующимися преимущественно с классической волновой теорией распыления жидкостей

До сих пор при описании тумана, полученного распылением воды в ультразвуковом фонтане, исследователи наиболее часто оперируют данными, полученными при изучении изменённого «вторичного» спектра капель, описываемого понятиями, корреспондирующимися преимущественно с классической волновой теорией распыления жидкостей, и не уделяют должного внимания столь значимой кавитационной составляющей — наиважнейшей при изучении именно ультразвукового процесса.

Это обстоятельство приводит к заметному разбросу опубликованных значений физических величин, описывающих свойства туманов, генерируемых конкретными ультразвуковыми устройствами распыления воды, что затрудняет для проектировщика задачу выбора правильной стратегии их эффективного применения.

Распыление воды в ультразвуковом фонтане с образованием области мелкодисперсного тумана известно около 100 лет.

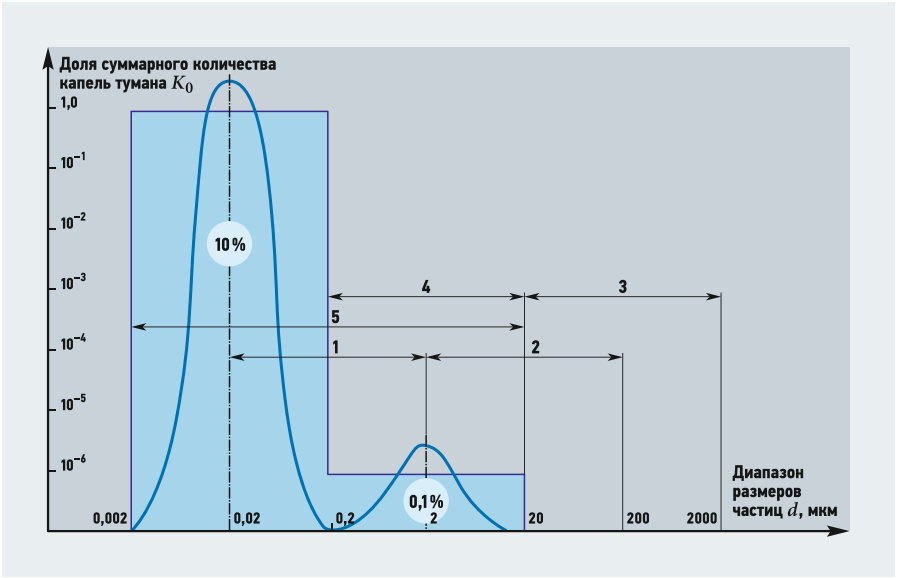


Рис. 1. Плотность распределения диаметров капель тумана, образованного ультразвуковым увлажнителем {K_0 — доля суммарного количества капель тумана в рассматриваемом диапазоне их диаметров; диапазоны размеров частиц d, мкм: **1** — табачный дым; **2** — облака и туманы в природе, роторный увлажнитель и туманообразующие увлажнители с форсунками; **3** — промывная (форсуночная) камера кондиционера; **4** и **5** — распыление в ультразвуковом фонтане по данным монографии [2] и статьи автора [3], соотв.; [10 %; 0,1 %] — равновесное пересыщение водяных паров над изогнутой поверхностью капель соотв. диаметра; испаряющиеся первичные капли и насыщенный пар, содержащий скопления молекул — кластеры, являющиеся потенциальными центрами-зародышами вторичных конденсационных капель тумана и имеющие вероятные размеры менее 0,002 мкм (2 нм или 20 Å)

На протяжении первых 50 лет была изучена физическая природа образования мелкодисперсного тумана; сформировались две самостоятельные гипотезы, характеризующие изучаемый процесс распыления жидкостей: капиллярно-волновая и кавитационная. Были определены основные характеристики генерируемого аэрозоля: размеры — спектр распределения капель (диапазон дисперсности), плотность, концентрация, водность аэрозоля, а также устойчивость — время «старения» тумана.

По результатам глубокого анализа предшествующих работ и детальных исследований, проведённых в 1960-х годах в Акустическом институте АН СССР под руководством д.т.н., профессора Л.Д. Розенберга, была предложена (актуальная сегодня) компромиссная кавитационно-волновая гипотеза акустического распыления жидкостей в ультразвуковом фонтане [2]. Был измерен и проанализирован спектр водного мелкодисперсного аэрозоля-тумана, генерируемого ультразвуковыми колебаниями, и энергозатраты на образование многомиллионного количества его капель (энергозатраты на разрыв «сплошности» воды).

Было подтверждено соответствие спектра распределения количества капель генерируемого аэрозоля традиционному логарифмически-нормальному закону их распределения по размерам. Такое распределение капель хорошо согласуется с волновой природой диспергирования жидкостей. В литературных источниках в мегагерцовом диапазоне ультразвукового распыления обычно указывают размеры капель от 1 до 15–20 мкм.

Образование тумана происходит при разрыве однородности (сплошности) ультразвукового (водяного) фонтана и создании новых поверхностей в виде мелкодисперсных капель аэрозоля. На достижение конечного результата — получение водного тумана — расходуется лишь малая доля потребляемой увлажнителем электрической энергии.

Кроме целевого потребления энергии на образование непосредственно новой поверхности мелкодисперсных капель, она расходуется поэтапно в генераторе токов высокой частоты, в пьезокерамическом излучателе ультразвуковых колебаний, при прохождении направленного ультразвука через слой воды и его самофокусировке на её изгибающейся поверхности, на образование и поддержание непосредственно фонтана, на перемешивание воды, находящейся в сосуде, на генерирование кавитационной области внутри фонтана и капиллярных волн на его поверхности, на придание начальной кинетической энергии и электрического заряда каплям, отделяющимся от поверхности фонтана, и др.

При этом результаты анализа энергопотребления на процесс образования новой поверхности распыляемой жидкости выявили неудовлетворительное соответствие (разбаланс) между суммарным энергопотреблением на этапах с предполагаемым наибольшим расходованием энергии в цепи выделенных её «потребителей», расчётными численными значениями и реально зафиксированными величинами потребляемой электроэнергии.

В 1975–1985-х годах в Ленинградском технологическом институте холодильной промышленности (ЛТИХП) были проведены исследования ультразвукового увлажнителя воздуха [1]. Анализ баланса суммарной массы влаги, выводимой из корпуса увлажнителя в виде тумана, содержащего известный (измеряемый) спектр витающих в воздухе капель и насыщенный водяной пар, позволил обоснованно предположить наличие в тумане большого количества инструментально не зафиксированных очень мелких капель. Результаты экспериментальных и аналитических работ способствовали формулированию предложенной в 1987 году гипотезы о бимодальном спектре распределения капель по размерам, образующих устойчивый туман вблизи ультразвукового фонтана, который можно практически без потерь транспортировать по воздуховодам преимущественно с их плавной геометрией [3].

Плотность распределения диаметров (вероятных размеров) капель тумана, образованного ультразвуковым увлажнителем, представлена на рис. 1.

Учитывая положения предложенной гипотезы, вероятная величина наиболее часто встречающегося диаметра капель уменьшается примерно на два порядка, и «разбаланс» величин, составляющих суммарные расчётные энергозатраты на основные этапы процесса распыления и реальное потребление энергии увлажнителем, значительно сокращается. Столь значительные изменения в оценке дисперсности образуемого тумана показывают расхождение с аналогичными физическими характеристиками аэрозолей, зафиксированными доступными в те годы средствами измерений и опубликованными в 1970 году в упоминаемом выше академическом издании [2].

Уточнение спектра размеров и счётного количества капель в генерируемом аэрозоле (тумане) осуществлялось в 1985 году в НИИ физики облаков (город Обнинск) с применением телевизионного спектрометра аэрозолей «Аспект-10» [4]. Телевизионный спектрометр позволяет производить прямые бесконтактные измерения капель тумана до минимальных размеров частиц, равных 0,2 мкм.

Там же в подтверждение выдвинутой гипотезы по сухому остатку испарившихся капель концентрированного соляного раствора было косвенно подтверждено присутствие в образуемом тумане большого количества капель с размерами менее 0,2 мкм.

Подтверждением гипотезы бимодального спектра распределения капель по размерам можно также считать выводы, опубликованные в 2015 году [5].

Рассмотрим энергетику непосредственно процесса распыления (измельчения) воды. Определим технологический коэффициент полезного действия (КПД) процесса туманообразования.

Энергию (расход энергии) образования новой поверхности можно рассчитать по формуле:

$$\Delta W = \sigma \Delta S = \sigma (S_d - S_D), \quad (1)$$

где S_D — площадь поверхности распыляемого (за 1 с) объёма воды, которую условно представляем в виде начальной одиночной капли диаметром D, м; S_d — суммарная площадь капель тумана количеством n с усреднённым диаметром d, м (образованных при диспергировании капли диаметром D); σ — коэффициент поверхностного натяжения воды, Н/м.

После преобразований расчётная формула (1) примет вид:

$$\Delta W = \sigma \pi D^2 (D/d - 1). \quad (2)$$

Для практического расчёта воспользуемся известными характеристиками серийно выпускаемых высокочастотных ультразвуковых увлажнителей.

При удельной производительности увлажнителя по влаге, равной 1 кг/ч, устройство потребляет из сети мощность 80 ВА (≈ 80 Вт) [1]. При пересчёте на секундный расход эти цифры составят $G_{ув} = 0{,}278 \times 10^{-3}$ кг/с и расход электроэнергии $\Delta P = 80$ Вт·с.

Приравнивая величину действительного секундного расхода $G_{ув}$ увлажнителя-распылителя к массе условной начальной капли воды, подвергаемой дроблению, рассчитываем диаметр условной начальной капли $D = 0{,}0081$ м (0,81 см), тогда площадь поверхности этой капли $S_D = 206 \times 10^{-6}$ м (2,06 см^2).

Вероятная величина наиболее часто встречающегося диаметра капель уменьшается примерно на два порядка, и «разбаланс» величин, составляющих суммарные расчётные энергозатраты на основные этапы процесса распыления и реальное потребление энергии увлажнителем, значительно сокращается

В монографии [2] указан наиболее часто встречающийся диаметр капель при распылении воды на частоте звука, близкой к величине 2 МГц, который равен 2×10^{-6} м (2 мкм).

По известным справочным данным коэффициент поверхностного натяжения воды (при температуре распыляемой воды ≈ 30 °С) равен $\sigma = 712{,}2 \times 10^{-4}$ Н/м, при этом плотность воды — $\rho \approx 995$ кг/м^3. Тогда секундный расход энергии на образование капель тумана будет равен $\Delta W = 0{,}0594$ Дж (Вт·с). При этом за 1 с образуется туман с количеством капель $n = 6{,}6 \times 10^{10}$ шт., а суммарная поверхность образованных туманом капель составит $S_d = 0{,}834$ м^2. Общая поверхность капель тумана за 1 с возросла многократно — в 4000 раз.

По величинам секундного расхода затраченной и рассчитанной энергии на образование тумана определим технологический КПД процесса туманообразования как $\Delta W/\Delta P = 0{,}00074$ (или 0,074 %).

Причём аналогичный показатель более производительного ультразвукового распыления воды в слое (килогерцового диапазона частот), генерирующего более крупный аэрозоль, примерно в два раза уступает распылению в ультразвуковом фонтане [2]. Другие способы получения жидких и твёрдых аэрозолей также имеют низкие значения технологических КПД — сотые доли процента; заметим, что получение более крупного аэрозоля обычно является менее энергозатратным процессом [2, 6].

Если воспользоваться предложенной в 1987 году гипотезой о бимодальном спектре генерируемых ультразвуковым увлажнителем капель тумана, то $d = d_{бм} \approx$ ≈ 0,02 мкм, тогда расчётный технологический коэффициент полезного действия процесса туманообразования увеличится до значения $\Delta W/\Delta P = 7{,}4$ %.

Количество капель тумана возрастает на шесть порядков: $n_м = 6{,}6 \times 10^{16}$ шт. Суммарная площадь поверхности капель достигает $S_{dм} = 83{,}4$ м^2 ($S_м/S_D \approx 400 \times 10^3$ — кратность увеличения поверхности капель тумана за 1 с).

Полученные величины хорошо корреспондируются с прогнозируемыми значениями технологического КПД (до 5–10 %) разрабатываемых перспективных измельчителей твёрдых веществ для получения порошков [6]. Причём при разработке новых устройств для получения мелкодисперсных порошков особое внимание уделяют обеспечению немедленного удаления полученного продукта (мелочи) из зоны дробления. Только при этом будут сведены к минимуму потери энергии, связанные с взаимодействием частиц между собой, — их трением, нагреванием, сцеплением, то есть вторичным укрупнением с образованием агломератов.

Приведённые утверждения можно полностью отнести к мелкодисперсным туманообразующим распылителям воды, в которых с целью замедления «старения» тумана необходимо стремиться к максимально быстрому рассредоточению капель генерируемого аэрозоля. Мелкодисперсные нанопорошки получают также посредством распыления растворов с последующим высушиванием (испарением) жидкого аэрозоля и сбором сухого остатка капель.

В заключение хочется отметить, что процесс получения мелкодисперсного тумана является процессом с весьма низким расчётным технологическим КПД, и даже небольшое повышение этого показателя, например, за счёт искусственного замедления или приостановки процесса «старения» тумана, может значительно расширить область рационального применения ультразвуковых устройств.

Аэрозольные капли плотного ультразвукового тумана в процессе его «старения» особенно подвержены электростатической коалесценции, так как образование капель практически всегда сопровождается приобретением ими разноимённых зарядов при их очень малой массе (более крупные и массивные капли в значительно меньшей степени подвергаются электростатической коалесценции). Поэтому торможению трансформации начального спектра размеров капель тумана, образованного ультразвуковым распылителем воды в фонтане, должна способствовать специальная технологическая операция придания преимущественно униполярного заряда генерируемым каплям тумана и внутренним стенкам корпуса увлажнителя (искусственную электризацию капель ограниченно применяют в медицинских ингаляторах).

Итак, технология распыления воды в ультразвуковом фонтане — получения сверхмелкодисперсного тумана — в соответствии с гипотезой о бимодальном спектре размеров капель позволяет достигать научно прогнозируемых максимальных (стремящихся к 10%) значений коэффициента полезного действия процесса образования новой поверхности витающих в воздухе частиц (капелек воды), значительно опережая по этому показателю широко известные в разных сферах применения способы и устройства мелкодисперсного распыления воды.

Эта особенность и уникальные характеристики тумана, генерируемого ультразвуковыми увлажнителями, способствуют более рациональному их применению во многих технологических процессах, требующих поддержания точных и часто экстремальных параметров воздушной среды. Учитывая относительно небольшую единичную производительность анализируемых ультразвуковых увлажнителей по влаге, передаваемой обрабатываемому воздуху (отдельные блоки до 30 кг/ч), можно также рекомендовать их эффективное применение для финишной обработки достаточно больших объёмов воздуха.

1. Мальгин Ю.В. Увлажнение воздуха туманом (теория и практика на примере ультразвукового увлажнителя) // Журнал С.О.К., 2007. №10. С. 86–92.
2. Физика и техника мощного ультразвука. Т. 3: Физические основы ультразвуковой технологии. — М.: Наука, 1970. 688 с.
3. Цветков Ю.Н., Мальгин Ю.В. Ультразвуковой увлажнитель воздуха // Холодильная техника, 1987. №6. С. 39–41.
4. Панов В.Н., Яскевич Г.Ф. Телевизионный спектрометр аэрозолей «Аспект-10» / Приборы, техника и автоматизация экспериментов: Труды ИЭМ. — М.: Гидрометеоиздат, 1984. Вып. 7 (112). С. 36–48.
5. Беззубцева М.М., Волков В.С., Пилюков И.Г. К вопросу исследования характеристик аэрозоля ультразвукового распыления в вентиляционных потоках сельскохозяйственных производственных объектов // Международный журнал экспериментального образования, 2015. №6. С. 114–115.
6. Доклады VII Всесоюзного симпозиума механоэмиссии и механохимии твёрдых тел. Ч. II. / Ред. П.Ю. Бутягин. — Ташкент: ТашПИ, 1981. С. 152–154.

На правах рекламы.

Оптимальный выбор для любой задачи

Тепловизор testo 872
обладает лучшим качеством 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

Комплект новый - цена прежняя: теперь при покупке testo 872 вы бесплатно получаете смарт-зонд термогигрометр testo 605i

info@testo.ru • +7(495)221-62-13 • www.testo.ru

Итоги года. Компания «Микроарт»

Российский клиент — человек вдумчивый, но нередко вынуждаемый непростыми экономическими и социальными условиями выбирать товар по цене. Вместе с тем технические новшества для него — тоже не пустой звук. Несовершенство регуляторной сферы, нестабильность и плохая предсказуемость даже ближайшего будущего печалит и потребителей, и производителей. Однако есть и хорошие новости, одна из которых — закон о микрогенерации.

Автор: В.В. КОЦУБА, коммерческий директор ООО «Микроарт»

Запросы потребителя

Сегодня, в условиях кризиса, для потребителя главное — цена. Остальные параметры уходят, увы, на второй и третий план. Однако современный покупатель привык сравнивать при покупке большое количество факторов, которые условно можно разделить на три группы:

- **технические** (функционал);
- **эксплуатационные** (удобство управления, обслуживание);
- **сервисные** (гарантийное, постгарантийное, техподдержка и сервис).

Важные для потребителя услуги

Как показывает практика, для клиента в период эксплуатации приобретённой техники важны:

- удобное управление (через телефон или другие средства удалённого быстрого взаимодействия);
- возможность как самостоятельного обслуживания, так и возможность обратиться в службу сервиса для регулярного сервисного обслуживания;
- скорость реагирования технической поддержки в случае возникновения проблем и возможность оперативно получить консультацию;
- возможность модернизации и обновления приобретённой техники без замены на новую модель, как со стороны софтверной, так и аппаратной частей (перепрошивка улучшенным ПО с бóльшими возможностями, услуги доработки и обновления аппаратной части);
- гарантийное обслуживание и доступность недорогого ремонта по окончании гарантии — если стоимость ремонта составляет 80 % и более от стоимости самого прибора, то пользование такой услугой становится невыгодным для потребителя, особенно если речь идёт об импортированном оборудовании.

Именно поэтому в нашей компании мы стараемся повышать сервисную составляющую и, являясь производителем, пытаемся уменьшить стоимость восстановительных работ, стремясь к значениям 1–10 % в стандартных случаях.

Хочется отметить ещё один показатель — стоимость владения. Стоимость владения и проектный срок службы являются обязательными параметрами к рассмотрению в сегменте B2B, но не всегда учитываются в B2C. Хотя в условиях спада как раз чрезвычайно выгодно обращать внимание на стоимость владения товаром: замену расходных составляющих (например, в нашей индустрии это АКБ), возможность и стоимость обновления данной модели без замены на новое устройство, а также предоставляемый сервис и гарантийное обслуживание.

Основные факторы покупки: технические, эксплуатационные и сервисные. Плюс, разумеется, стоимость владения

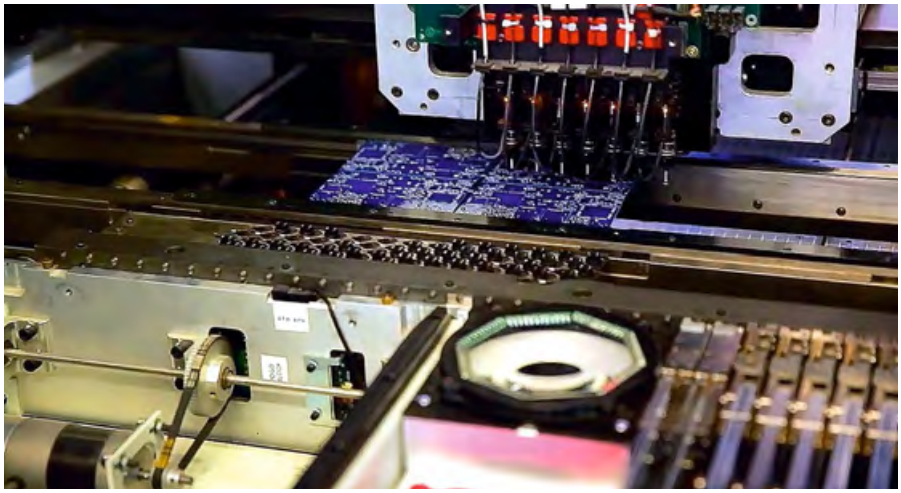
В условиях нестабильного рынка

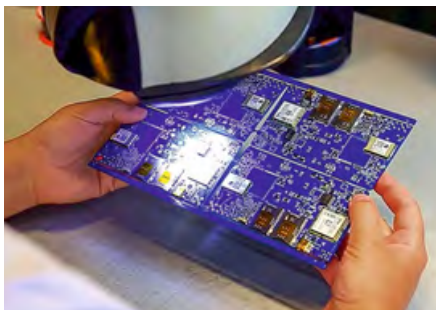
В условиях финансовой нестабильности потребителям и многим игрокам рынка сложно осуществлять долгосрочное планирование, важен «*результат сегодня*».

Особенно уязвимыми в такой ситуации становятся частные лица, малый и средний бизнес. При существующей законодательной и тарифной политике государства (например, тарифы на покупку электроэнергии и стоимость продажи электрической энергии в промышленную сеть для частных лиц) трудно говорить о коммерческих выгодах, так как срок окупаемости проектов, основанных на возобновляемых источниках энергии, пока, к сожалению, данная группа потребителей оценивает как долгий, что не согласуется со стратегией «*здесь и сейчас*», применяемой ими в условиях нестабильности.

С другой стороны, «пускать всех потребителей под одну гребёнку» было бы не совсем корректно. Для разных клиентов — разные шкалы ценностей. Крупные игроки стараются поднимать имиджевую составляющую за счёт следования важнейшим трендам, таким как энергоэффективность и энергосбережение.

Мы более 25 лет работаем на рынке силовой электроники и смогли найти качественных российских поставщиков. Конечно, исключение составляет микроэлектроника. К сожалению, пока отечественного производства требуемой микроэлектронной элементной базы нет, а мы используем только высококачественные элементы для своих приборов, поэтому выбираем бренды европейских и американских производителей микроэлектроники. Хотелось бы, чтобы ситуация была иной, особенно в связи с возможностью существенного подорожания импортной продукции.





Принятый в декабре закон [2] даёт надежду на новую веху в сегменте микрогенерации, а также дальнейшую поддержку от государства для развития отрасли ВИЭ.

Наши итоги

Спрос на оборудование для альтернативной энергетики падает с 2018 года не только в традиционно «неотзывчивых», но и в ключевых регионах страны, однако нам удалось разработать несколько технологических новинок в сфере силовой электроники, а также расширить свою деятельность в смежном сегменте рынка климатического оборудования.

Планы 2020

В планах компании «Микроарт» — вывод на рынок новых моделей приборов, расширение ассортимента с выходом в новую нишу. Ещё — будем заниматься улучшением сервиса, работой над «клиентским счастьем». ●

Про инвестиции

В связи с нестабильной политической и экономической ситуации в стране инвестиции в российские компании могут быть рискованными. Наблюдается отток иностранного капитала. Прямые инвестиции в Россию сократились в три раза (с 2017 по 2018 годы) [1], что не может не волновать и отечественных инвесторов.

Регуляторный климат

Законодательная, регуляторная сфера в России переживает непростые времена. Многие законопроекты вызывают вопросы и недоумение, как в профессиональной среде, так и у простых потребителей.

При этом доля конкурентоспособной продукции российского производства (относительно общего количества необходимого стране оборудования) мала. И, хотя применяются решения для поддержки российского производителя в виде повышения таможенных пошлин на импорт товаров в страну, условия для развития российского производства всё ещё остаются нелёгкими.

Но есть и хорошие новости. Одна из них — принятие в конце прошлого года закона, регулирующего производство электроэнергии на объектах микрогенерации [2]. Государственная Дума ФС РФ приняла в третьем, окончательном чтении инициированный Правительством РФ закон, регулирующий производство электроэнергии на объектах микрогенерации, что даёт надежду на положительную динамику на рынке возобновляемых источников энергии.

Прогноз

В связи с последними событиями, как в нашей стране, так и на мировой арене, трудно делать долгосрочные прогнозы — слишком много меняющихся факторов, создающих ситуацию высокой неопределённости. Как долго продлиться эпидемия коронавируса в мире и России, какова будет политическая ситуация к лету этого года, как поведет себя рынок…

Для нашей компании важно, что продукция «Микроарт» состоит на 80% из отечественных компонентов (печатные платы, корпус, трансформатор и другие элементы низковольтного оборудования).

1. О чём говорят тренды. Макроэкономика и рынки [Электр. текст]. Банк России: Бюллетень Департамента исследований и прогнозирования. Апрель 2019. №3(31). 68 с.
2. Госдума приняла закон о производстве электроэнергии микрогенерацией [Электр. текст]. ИА «ТАСС» от 11.12.2019. Режим доступа: tass.ru. Дата обращ.: 12.12.2019.

Обзор RAWI Forum 2020

В Москве прошёл Международный форум по ветроэнергетике RAWI Forum 2020. Информационную поддержку мероприятию оказал журнал С.О.К. В работе форума принимали участие около 300 человек из 20 стран. Это компании-производители оборудования, поставщики комплектующих, проектные организации, компании, предоставляющие услуги технического обслуживания, сетевые, логистические, конструкторские, а также финансовые, инвестиционные, консалтинговые и энергоснабжающие организации. Предлагаем вниманию читателей хронику событий.

Спикеры крупнейших мировых компаний рынка вместе с участниками форума обсудили вопросы глобального изменения климата, финансовых инструментов, проблемы и возможности сегментов рынка, малую ветроэнергетику.

Ключевыми событиями первого дня стали пленарное заседание «**Ветроэнергетика в России: приоритет или эксперимент?**», обсуждение возможностей покупки «зелёной» энергии российскими представительствами крупных мировых компаний, презентация нового обзора российского ветроэнергетического рынка и рейтинга самых вовлечённых в ветроэнергетический рынок регионов России. В свободном доступе «Обзор-2019» представлен на сайте РАВИ.

В рейтинг наиболее вовлечённых вошли четыре региона: Ульяновская область (73,3 балла), Ростовская область (31,24), Республика Крым (30,73), Краснодарский край (28,36 баллов), ещё 21 субъект РФ получил среднюю степень, остальные 60 имеют низкую степень вовлечённости в проекты на ветровом рынке России.

Также на площадке форума компания «Альтрэн» (член РАВИ) подписала соглашение о сотрудничестве в области ВИЭ с Агентством Дальнего Востока по привлечению инвестиций и поддержке экспорта. Реализация совместного проекта не только повысит инвестиционную привлекательность российского Дальнего Востока, но и улучшит качество жизни жителей региона. Об этом событии пойдёт речь ниже.

Сессия «Малая ветроэнергетика»

Сессия «Малая ветроэнергетика» была посвящена обзору практик и компаний, предлагающих решения для регионов Крайнего Севера и сурового климата. Генерация на основе ВИЭ может рассматриваться как экономически эффективный источник энергоснабжения. Эксперты сошлись во мнении, что рынок готов к новым игрокам, есть технические решения, нормативная база и проекты. По словам **Дмитрия Степанова**, модератора сессии и заместителя генерального директора ООО «Альтрэн»: «*Основное препятствие на рынке к массовой реализации проектов — недоверие к ВИЭ. Есть уже реализованные проекты у компании “Хевел” по солнечной энергетике, и объекты солнечной генерации развиваются. Экономически обоснованные проекты в ветроэнергетике планируются к реализации в течение одного-двух годов. После этого можно будет с уверенностью говорить о том, что рынок малой ветроэнергетики на изолированных территориях состоялся*».

По материалам Российской Ассоциации Ветроиндустрии (РАВИ).

Организаторы RAWI Forum 2020

Форум по ветроэнергетике RAWI Forum 2020 организовала Российская Ассоциация Ветроиндустрии (РАВИ) при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ, Российского союза промышленников и предпринимателей, Ульяновского наноцентра UlnanoTech и Российско-Германской внешнеторговой палаты.

Менеджер по развитию бизнеса компании Monsson **Себастиан-Петре Энаке** подчеркнул, что мир необратимо движется по пути развития ВИЭ. По его словам, за последние пять лет цена на электроэнергию, полученную от возобновляемых источников, снизилась на 40 %.

«Порядка 600–700 тысяч евро — цена одного мегаватта энергии, полученной от ветрогенерации», — отметил Себастиан-Петре Энаке.

На снижение цены влияет уменьшение стоимости инвестиций, поскольку на европейском рынке многим компаниям уже не требуется государственная поддержка в виде субсидий. Это устойчивый тренд, который в дальнейшем будет распространяться на другие страны.

Сессия «Девелопмент ветровых электростанций: переход от пилотных проектов к масштабному строительству ВИЭ»

Основатель ассоциации участников рынков энергии «Цель номер семь» **Андрей Кулаков** отметил, что в ходе сессии специалисты осветили важнейший вопрос о том, за счёт чего можно снижать затраты на строительство ветропарков. Кроме того, становится понятно, что компании, работающие на рынке ВИЭ, сталкиваются с новыми вызовами. Например, если взять ОЭС юга нашей страны, то там при наличии большого количества объектов ВИЭ на одной территории возникает проблема выдачи мощности.

Андрей Кулаков сказал, что девелопмент — очень важный этап в реализации проектов в области ВИЭ. *«Все ошибки и непродуманные шаги на этапе девелопмента выражаются в штрафах, которые платят компании, не вовремя запускающие объекты»*, — отметил спикер. Он напомнил, что российские компании, работающие на рынке ВИЭ, к настоящему моменту заплатили 5 млрд рублей штрафов именно по этой причине.

Генеральный директор московского отделения АО «Научно-технический центр ЕЭС» («НТЦ ЕЭС») **Денис Ярош** рассказал о специфике технологического присоединения к электросетям. По его словам, есть существенные послабления к требованиям по выдаче мощностей ВЭС. *«Грубо говоря, требования к линиям выдаче мощности объектов ветроэнергетики в два раза меньше, чем аналогичные, предъявляемые к линиям классической генерации»*, — пояснил г-н Ярош.

Вера Ваниева, руководитель проектов в странах СНГ GEO-Net, обратила внимание на то, что инвесторам при проектировании ВЭС стоит серьёзно относиться к ветроизмерениям и отталкиваться от этого пункта. В то же время спикеры форума отмечали, что в последние годы всё больше измерений проводится дистанционно с помощью теледатчиков, поскольку есть необходимость измерять на всё большей высоте. В частности, удалённые теледатчики могут быть хорошим решением для российских компаний.

Круглый стол «Рынок труда в ветроэнергетике»

Ольга Уханова, модератор сессии, заведующая базовой кафедрой УлГТУ и Ульяновского наноцентра «Технологии ветроэнергетики», сообщила, что в ходе сессии спикеры обсудили проблему подготовки кадров, и основной темой обсуждения стал факт дефицита у университетов контактов с работодателями. «*Необходимо на основе запросов работодателей корректировать образовательные программы вузов, потому что для достижения большей продуктивности требуется прямое взаимодействие университетов и работодателей*», — отметила она.

Заслуженный энергетик России **Виктор Елистратов** уверен, что для реализации программы развития ветровых ЭС до 2024 года есть потребность в кадрах по специальности ВИЭ. Специалист подчеркнул, что в области ветроэнергетики необходимо около 8700 специалистов. В ходе дискуссии стало ясно, что для подготовки компетентных кадров требуется сотрудничество различных компаний с университетами, поскольку студентов интересует их востребованность по окончании обучения.

Преподаватель факультета географии в МГУ **Людмила Нефедова** поделилась информацией об основных направлениях образовательной деятельности научно-исследовательской лаборатории Географического факультета МГУ. Она рассказала о курсе «**Возобновляемая энергетика в ресурсосбережении и охране окружающей среды**» и об организации и проведении регулярных научных молодёжных школ. Также она обозначила тот факт, что важной формой образовательной деятельности является поддержка и стимулирование научно-исследовательской активности молодёжи. В ходе обсуждений Людмила Нефедова подчеркнула, что студентам обязательно необходима практика во время обучения.

Во время презентации профессор кафедры «Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии» НИУ МЭИ **Михаил Тягунов** основное внимание обратил на перспективы студентов в данной отрасли. Поделился мнением о том, что образование специалистов для работодателей не является приоритетом. «*Работодатель не готов нести на себе ответственность за формирование кадров*», — в частности заявил он.

Для реализации программы развития ветровых ЭС до 2024 года есть потребность в кадрах по специальности ВИЭ. В области ветроэнергетики необходимо около 8700 специалистов. Для подготовки компетентных кадров требуется сотрудничество различных компаний с университетами, поскольку студентов интересует их востребованность по окончании обучения

Также представитель науки констатировал, что рабочих мест для всех обучающихся недостаточно. Студенту при поступлении необходимо получить базовое образование и затем выбрать специализацию. Спикер вынес предложение для студентов и порекомендовал им во время обучения делать различные проектные работы для того, чтобы увеличить шансы на получение рабочего места.

В ходе сессии спикеры обсудили проблему подготовки кадров, основной темой обсуждения стал тот факт, что у университетов не хватает контактов с работодателями. Необходимо на основе запросов работодателей корректировать образовательные программы вузов. Для достижения большей продуктивности требуется прямое взаимодействие университетов и работодателей.

Сессия «Логистика ветроэнергетики»

Начиная работу сессии, модератор **Сергей Евмененко**, коммерческий директор Heavy World, отметил, что в РФ сегодня более 80% транспортных компаний — российские. На форуме присутствовали представители крупнейших перевозчиков. Руководитель компании «Глогос Проект» **Константин Гриневич** отметил, что есть тенденция роста объёма станций, поэтому автоперевозки в этих условиях необходимо сокращать — оставлять их только на «последней миле». Он предлагает максимально организовывать доставки водным транспортом.

Начальник управления анализа рынков ОАО «Фортум» **Анатолий Трухин** отметил, что сегодня обсуждаются целевые показатели, которые будут прописаны в рамках новой программы локализации. Он считает, что программа должна быть максимально гибкой и вариативной. В то же время, по его мнению, штрафы за невыполнение показателей по локализации должны быть сохранены в имеющемся виде.

«Сейчас тариф, который получает проект, если не достигаются показатели по локализации, снижается в два раза, — отметил Анатолий Трухин. — При этом регулятор предлагает увеличить штрафы до ста процентов. Мы против этой меры». Говоря об экспорте в рамках новой программы локализации, спикер отметил, что требования к экспортёрам должны носить стимулирующий характер, а вводить штрафы, как он считает, будет совершенно неэффективно.

Развитие партнёрских связей России с ЮНИДО

Координатор проекта «Развитие партнёрских связей России с ЮНИДО» **Максим Елисеев** рассказал об аспектах участия в закупках организаций системы ООН. Рынок закупок ООН оценивается в $18 млрд. Организация осуществляет закупки более 10 тыс. позиций. Основные поставщики — малые и средние предприятия со всего мира.

Независимые девелоперы представили свои проекты

Несмотря на то, что на российском энергетическом рынке большинство инвесторов самостоятельно занимаются девелопментом своих проектов, на рынке есть более 2 ГВт площадок для ветропарков, построенных частными компаниями, большинство из которых ещё не нашли своих инвесторов. В рамках сессии участники форума обсудили качество этих площадок, риски при условии инвестирования в них, поделились накопленным опытом.

Сессия «Локализация производства компонентов ветроустановок в РФ: новые правила»

Компании представили свои продукты чтобы показать, что они уже привнесли в развитие индустрии на территории РФ и какие перспективы стоит ожидать в ближайшем будущем. Также обсуждались вопросы возможности экспорта локализованного оборудования, поднимался вопрос *«Готовы ли иностранные производители выходить на российский рынок, какое качество и уровень российских поставщиков?»*

Генеральный директор Mankievich в России **Владимир Трофименко** высказал интересную позицию о том, что, как только сформируется рынок и будет достаточный сбыт энергии, инвесторы сами захотят сотрудничать и локализовать производство.

На российском рынке ветровой энергетики есть более 2 ГВт площадок для ветропарков, построенных частными компаниями. Участники форума обсудили качество этих площадок и особенно риски при условии инвестирования в них

Сессия «Новые технологии в ветроэнергетике»

Председатель Российской Ассоциации Ветроиндустрии **Игорь Брызгунов** отметил, что рынок ветроэнергетики не стоит на месте. Новые технологии, как специалисты уже озвучивали на форуме, используются в строительстве лопастей, измерении ветра и многих других секторах отрасли.

В свою очередь **Питер Кремер**, технический директор компании Aerodyn, обратил внимание на то, что, несмотря на общую тенденцию к увеличению размеров ветряков с целью снижения стоимости генерации, например, в Китае и США

до сих пор работают с классом 1,5 МВт, в то время как в Европейском союзе переходят на объёмы от 3 МВт.

Питер Кремер рассказал, что его компания сейчас работает над проектированием турбин на 10 МВт. Диаметр лопастей такой ветряной установки будет порядка 200 м.

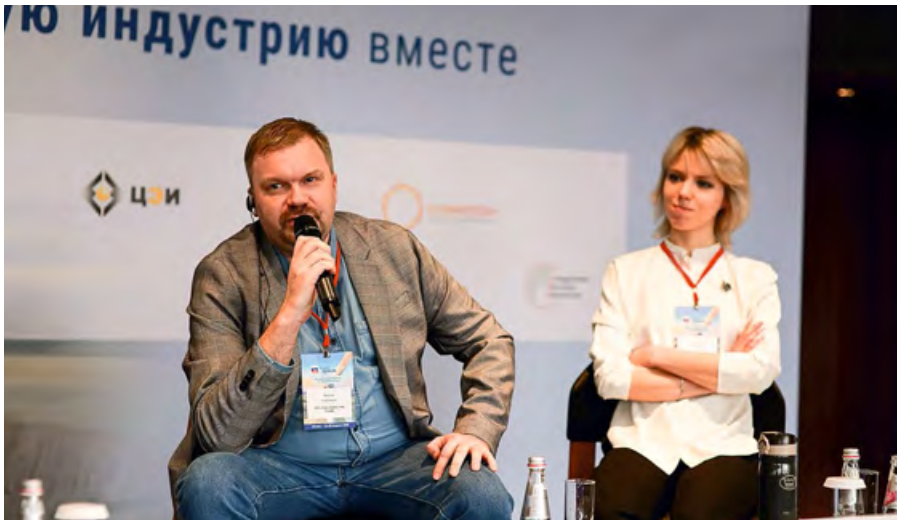
Соглашение о намерениях между «Альтрэн» и АНО АПИ

Компания «Альтрэн» (член РАВИ) из Ульяновского наноцентра UlnanoTech совместно с партнёрами планирует реализовывать проекты на Дальнем Востоке по строительству автономных гибридных энергосистем на базе возобновляемых источников энергии. Соответствующее соглашение о намерениях компания «Альтрэн» подписала с Агентством Дальнего Востока по привлечению инвестиций и поддержке экспорта (АНО АПИ) 19 февраля 2020 года на форуме по ветроэнергетике RAWI Forum 2020.

По оценкам экспертов, около 70 % территории России с населением порядка 20 млн человек находится в зоне децентрализованного электроснабжения. До удалённых и труднодоступных мест не дотягиваются линии электропередач ЕЭС России, поэтому их энергоснабжение организуется локально, производство электроэнергии осуществляется местными объектами генерации, а доставка топлива для них осуществляется посредством северного завоза. Основным видом топлива является дизельное. Государство несёт огромные расходы на энергоснабжение таких территорий — порядка 150 млрд рублей в год.

Компания «Альтрэн» прорабатывает проекты по строительству автономных гибридных энергосистем (АГЭС) на базе возобновляемых источников энергии, которые снижают выработку дизельной генерации на 40–70 % в изолированных населённых пунктах. Такие гибридные системы состоят из комплекса оборудования для автономного энергоснабжения: солнечные панели, ветрогенераторы, дизельные генераторы, накопители энергии и системы управления. АГЭС позволяют экономить за счёт снижения потребления топлива и снижения транспортных расходов по его доставке.

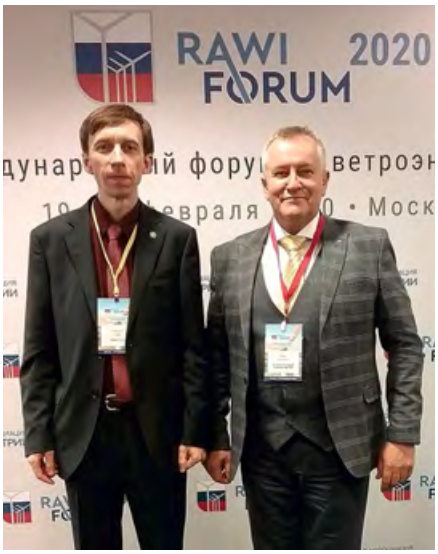
Данное соглашение подписали заместитель генерального директора компании ООО «Альтрэн» **Дмитрий Степанов** и заместитель генерального директора АНО АПИ **Ян Голованов**.



Дмитрий Степанов: «*Одним из ключевых направлений развития ВИЭ, не требующим прямых субсидий со стороны государства, является направление удалённых и изолированных территорий. За счёт высокой стоимости выработки электроэнергии на дизельных электростанциях применение ВИЭ является экономически обоснованным. Тем не менее, это развитие невозможно без поддержки и помощи как правительств регионов, так и институтов развития, деятельность которых направлена на поддержку инновационных проектов, особенно если они несут не только коммерческую составляющую, но и выполняют социальную функцию. Развитие ВИЭ на удалённых и изолированных территориях позволит повысить качество жизни в населённых пунктах, где зачастую энергоснабжение существует несколько часов в сутки. Подписывая это соглашение, мы верим, что совместно с Агентством по привлечению инвестиций сможем не только повысить инвестиционную привлекательность Дальнего Востока, но и улучшить качество жизни наших соотечественников, снизить нагрузку на перекрёстное субсидирование, а также внести свой вклад в сохранение климата и экологии на этой, уникальнейшей для России, да и для всего мира, территории*».

«*Наше Агентство готово поддерживать инициативу предпринимателей по запуску новых проектов в сфере альтернативной энергетики на Дальнем Востоке и в Арктике. Это важное направление нашей работы. Стимулирование проектов в данной сфере находит содействие на правительственном уровне. В частности, в августе 2019 года Правительством РФ был утверждён план модернизации неэффективной дизельной (мазутной, угольной) генерации в изолированных и труднодоступных территориях, основная цель которого заключается в привлечении инвестиций для реализации проектов распределённой генерации на основе применения инновационных технологий в области автономного энергоснабжения, включая использование ВИЭ*», — отметил заместитель генерального директора АНО АПИ Ян Голованов.

О необходимости развивать ВИЭ на Дальнем Востоке неоднократно говорил Президент РФ В.В. Путин. «*Конечно, отдельная перспективная задача — это развитие возобновляемых источников энергии, особенно в отдалённых, труднодоступных районах нашей страны, таких как Восточная Сибирь, Дальний Восток. Для нашей обширной, самой большой в мире по территории страны с её разнообразными природными, климатическими условиями здесь открывается действительно огромная возможность*», — отмечал глава государства во время своего выступления на Международном форуме «Российская энергетическая неделя» (октябрь 2018).



Самые вовлечённые в ветроэнергетический рынок регионы России

На RAWI Forum 2020 были названы самые вовлечённые в ветроэнергетический рынок регионы России. Российская Ассоциация Ветроиндустрии (РАВИ) провела исследование и составила рейтинг вовлечённости регионов в ветроэнергетический рынок России за 2019 год. Были проанализированы все регионы России.

В рейтинг наиболее вовлечённых вошли четыре региона (Ульяновская область — 73,3 балла, Ростовская область — 31,24, Республика Крым — 30,73, Краснодарский край — 28,36 баллов), ещё 21 субъект Российской Федерации получил среднюю степень, остальные 60 имеют низкую степень вовлечённости в ветроэнергетический рынок.

Для анализа использовались данные РАВИ, Росстата РФ за 2019 год и социально-экономические показатели по субъектам Российской Федерации за 2018 год.

Методика ранжирования построена на оценке шести групп показателей, в которые входят существующие и перспективные мощности, ветропотенциал, образовательный потенциал и присутствие в регионе компаний по локализации компонентов ветроэлектрических установок. Для каждого региона были рассчитаны баллы по всем группам показателей.

В тренде — эффективность генерации

Согласно отчёту Института энергетических исследований РАН [1], мировая энергетика стоит на пороге глобальной трансформации — четвёртого энергетического перехода. За ним — новый мир, где каждый второй или третий киловатт электроэнергии будут давать возобновляемые источники. Однако главное отличие грядущей эпохи не в доминирующей роли ВИЭ, а в качественном повышении эффективности всех способов генерации, которое сократит энергоёмкость ВВП в полтора-два раза и остановит рост энергопотребления даже несмотря на увеличение числа энергопотребителей.

Для каждой страны драйвером перехода, наряду с развитием технологий, должна стать государственная энергетическая политика. В России её неотъемлемой частью является запущенная в 2019 году программа модернизации старых ТЭС [2], первые итоги которой в феврале 2020-го подвели участники Второй ежегодной конференции «Инвестиционные проекты, модернизация, закупки в электроэнергетике» («Инвестэнерго-2020»).

Вторая жизнь для старых станций

Теплоэнергетика — одна из старейших отраслей российской экономики: в 2020 году исполняется 137 лет с момента запуска первой в стране тепловой электростанции общего пользования [3]. Согласно данным Минэнерго, износ генерирующих мощностей постоянно растёт: лишь 25% работающих в РФ котлов и треть турбин были установлены на станциях в постсоветский период [5]. Не лучшим образом обстоит дело и с другим оборудованием ТЭС, а также теплосетями, темпы модернизации которых почти вдвое отстают от скорости устаревания. Всё вместе это ведёт к росту аварийности (на теплотрассах — почти вдвое за последние 15 лет) и снижению эффективности выработки тепловой и электроэнергии.

«Пик ввода мощностей тепловой генерации пришёлся на семидесятые-восьмидесятые годы прошлого века. К 2025 году износ основных фондов этих объектов достигнет критического уровня. При этом текущая ситуация на оптовом рынке электроэнергии не позволяет её поставщикам самостоятельно инвестировать в проекты модернизации. Поэтому правительством была разработана программа, которая позволит привлечь в отрасль средства промышленных потребителей и, таким образом, искусственно стимулировать инвестиционную активность», — рассказывает Дмитрий Пигарев, директор Центра экономического прогнозирования АО «Газпромбанк».

Теплоэнергетика — одна из старейших отраслей российской экономики: в 2020 году исполняется 137 лет с момента запуска первой в стране ТЭС общего пользования

Утверждённая Правительством РФ в начале 2019 года программа [2] рассчитана на модернизацию около 39 ГВт генерирующих мощностей, что составляет примерно 17% установленной мощности всей энергосистемы РФ. Необходимые для этого средства в объёме порядка 1,4 трлн руб. будут получены из платежей промышленных потребителей за электроэнергию. Для этого с компаниями, готовыми выступить в качестве инвесторов, заключат договоры о поставках мощности сразу на длительный период. В обмен бизнес получит предсказуемые условия энергоснабжения и доходность по вложениям в пределах 12–15%.

Завершить реализацию программы первоначально предполагалось в 2031 году, однако эксперты полагают, что времени потребуется больше.

В настоящий момент идёт этап отбора объектов для модернизации. Согласно озвученным на Второй ежегодной конференции «Инвестэнерго» цифрам, из запланированных в рамках программы 39 ГВт уже отобраны станции суммарной установленной мощностью 17 ГВт. Капиталовложения в их реконструкцию составят 208 млрд руб., а работы должны завершиться в 2025 году.

Дмитрий Пигарев, АО «Газпромбанк»

Илья Дивиченский, АО «Газпромбанк»

Алексей Валинеев, Ассоциация «НП Совет рынка»

Николай Посыпанко, Vygon Consulting

Программа требует коррекции

Несмотря на перспективы, которые открывает программа перед отраслью и российской энергетикой в целом, уже на старте её реализации многие эксперты начали говорить о необходимости корректировок и, в частности, изменения принципов отбора объектов модернизации.

Сейчас наиболее перспективными кандидатами на реконструкцию становятся те станции, которые требуют наименьшего объёма инвестиций [5]. Как правило, это довольно «молодые» (по российским меркам) объекты, возраст генерирующего оборудования на которых меньше среднероссийского (он составляет 33 года). Многие из них ранее уже прошли частичную модернизацию. При этом наиболее проблемные объекты, требующие существенно бóльших затрат, в программу не попадают. По мнению специалистов компании Vygon Consulting, такие станции должны иметь преимущество в процессе отбора.

Председатель Комитета Государственной Думы ФС РФ по энергетике Павел Завальный предлагает [6] вообще пересмотреть методику отбора и проводить его исходя не из экономии средств, а из эффективности, которую принесёт модернизация. В частности, эксперт считает необходимым регламентировать нижний предел повышения эффективности генерирующего оборудования: 43–46% для паросиловых установок и 53–56% — для газотурбинных.

Впрочем, есть мнение, что в ближайшем будущем ситуация изменится. *«Из года в год объём инвестиций будет расти и, вероятно, в процессе следующего отбора в программу попадут более дорогие в реализации, но менее эффективные проекты»*, — поясняет Дмитрий Пигарев (АО «Газпромбанк»).

В период до 2024 года в рамках программы господдержки отрасль получит ещё 560 млрд руб., которые будут инвестированы в создание новых энергомощностей (порядка 5,6 ГВт). Бóльшая часть проектов на данный момент уже отобрана, однако их реализация идёт с отставанием. Во многом это объясняется отсутствием необходимого опыта и нехваткой оборудования отечественного производства.

Ещё одна претензия специалистов — недостаточная глубина модернизации. Даже по основному оборудованию, например, генераторам, она зачастую не превышает 30%, что фактически соответствует очередному капремонту. Для повышения эффективности генерации необходимо модернизировать также и инфраструктуру ТЭС, заменяя вспомогательное оборудование на более современное.

«Модернизация старых станций — очень важная и своевременная мера, которая позволит поднять эффективность теплоэнергетики на должный уровень. Однако при реализации программы нельзя ограничиваться только заменой собственно генерирующего оборудования, ведь производительность и энергоэффективность станций во многом зависит и от того, как функционируют распределительные системы. Они, помимо всего прочего, расходуют электроэнергию и свой рабочий ресурс, повышая таким образом себестоимость производства. Например, замена устаревшего насосного оборудования на современное, более производительное и экономичное, позволяет значительно сократить расходы на его эксплуатацию, при том что насосное оборудование — один из значительных потребителей электроэнергии на любом производстве», — комментирует Игорь Кинаш, заместитель директора Департамента по реализации проектов концерна Grundfos.

Неотвратимая альтернатива

Как следует из прогноза Института энергетических исследований РАН [1], энергетика будущего вряд ли будет опираться на использование исключительно возобновляемых источников. Тем не менее, их доля в производстве электроэнергии неуклонно растёт и через 20 лет достигнет 35–50%. Для «углеводородных» экономик это серьёзный повод задуматься о пересмотре своих приоритетов и инвестициях в альтернативную энергетику.

«Нет никаких сомнений в том, что у этой отрасли большое будущее, поэтому начиная с 2014 года государство делает шаги в направлении её развития. Сейчас речь даже не об объёмах, а о создании благоприятных условий для появления отечественных производителей оборудования, в первую очередь для ветроэнергетики и солнечной энергетики. Это позволит не упустить мировой тренд и занять своё место на рынке, а также оптимизировать себестоимость производства возобновляемой энергии, которая в мире неуклонно снижается», — говорит Илья Дивиченский, руководитель дирекции энергетики Департамента проектного и структурного финансирования АО «Газпромбанк».

До недавнего времени возобновляемая энергетика в России существовала только в виде отдельных пилотных проектов. Планомерный ввод в эксплуатацию генерирующих мощностей начался в 2013–2014 годах. За прошедший период в отрасль было инвестировано чуть более полутриллиона рублей, которые позволили реализовать 220 новых проектов (примерно поровну в солнечной и ветроэнергетике). Суммарный отбор мощности новых источников за весь период составил примерно 5,2 ГВт, из которых ⅔ приходится на энергию ветра.

Один из наиболее крупных на данный момент проектов реализован в Ульяновской области, где сейчас работают две ветроэлектростанции общей мощностью 85 МВт, первый в России завод по производству компонентов для ветрогенераторов и Центр компетенций и производства изделий из композитных материалов. Если план будет реализован своевременно, то доля возобновляемых источников энергии в энергобалансе РФ к 2024 году составит 1%. Ожидается, что после этого программа будет продлена на период до 2035 года, что позволит ввести в строй ещё 10 ГВт новых мощностей.

Определяющим трендом в мировой энергетике становится повышение эффективности генерации. России предстоит пройти большой путь в этом направлении. Глубокая модернизация устаревших тепловых станций и развитие альтернативной энергетики — две составляющие успешного развития отрасли.

1. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 [Электр. текст] / Под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина. ИНЭИ РАН — МШУ «Сколково». Режим доступа: energy.skolkovo.ru. Дата обращ.: 19.03.2020.
2. Вавина Е. Правительство утвердило программу модернизации старых ТЭС [Электр. текст]. «Ведомости» от 24.01.2019. Режим доступа: vedomosti.ru. Дата обращ.: 19.03.2020.
3. Тепловая энергетика России [Электр. текст]. «Википедия». Режим доступа: ru.wikipedia.org. Дата обращ.: 19.03.2020.
4. Кравченко В.М. Текущее состояние отрасли теплоснабжения [Электр. текст]. Минэнерго России. 2016. Режим доступа: minenergo.gov.ru. Дата обращ.: 19.03.2020.
5. Вавина Е. Модернизация ТЭС не решит проблему устаревшего оборудования в регионах [Электр. текст]. «Ведомости» от 29.04.2019. Режим доступа: vedomosti.ru. Дата обращ.: 19.03.2020.
6. Тукалин Г. Модернизация ТЭС: мостик в будущее или бег по кругу? [Электр. текст]. «Независимая газета» от 09.10.2019. Режим доступа: ng.ru. Дата обращ.: 19.03.2020.

mce ®

mostra convegno
expocomfort

organizzato da / organised by
Reed Exhibitions®

THE ESSENCE OF COMFORT

NUOVE DATE

2020

42^
MOSTRA CONVEGNO
EXPOCOMFORT

8-11 SETTEMBRE/SEPTEMBER 2020

fieramilano
www.mcexpocomfort.it

in concomitanza con / alongside with
BIE BIOMASS INNOVATION EXPO
www.bie-expo.it

in collaborazione con
in cooperation with
FIERA MILANO
AiCARR
ANGAISA
ANIMA CONFINDUSTRIA MECCANICA VARIA
ASSISTAL

Фото: Михаил Серяков, ratbud.turbina.ru, mikeseryakov.ij.com

Геотермальные электростанции России

Развитие возобновляемой энергетики в современном мире является одним из ведущих мировых трендов. После ветровой и солнечной геотермальная энергетика занимает третье место. Суммарная установленная мощность геотермальных электростанций (ГеоТЭС) в 2018 году превысила 13,3 ГВт. В России мощность таких электростанций составляет 74 МВт или менее 1 %. При этом Россия имеет потенциальные запасы высокотемпературных месторождений Камчатки и Курильских островов, достаточные для их полного энергообеспечения, а российские научные и технологические школы входят в пятёрку мировых лидеров геотермальной энергетики [1].

Российская геотермальная энергетика основана как советский проект, предусматривавший широкомасштабное комплексное использование этого возобновляемого источника энергии. С 1954 года соответствующими научными исследованиями занимались более 60 институтов. Министерством газовой промышленности СССР были пробурены более 3000 геотермальных скважин глубиной до 5,5 км, созданы пять региональных управлений по использованию глубинного тепла Земли, работало специализированное НПО «Союзбургеотермия».

Геотермальная электроэнергетика, в отличие от других технологий использования энергии Земли, требует высоких значений температур теплоносителя. В России регионами, где имеются пароводяные геотермальные месторождения, являются Камчатка и Курильские острова (рис. 1). Ещё в 1737 году знаменитый русский путешественник С.П. Крашенников разведывал геотермальные источники Камчатки. Систематическое изучение их было начато в 1930-е годы видным геологом Б.И. Пийпом (1906–1966), издавшим в 1937 году книгу [2] и организовавшим геотермальные исследования. В 1962-м Б.И. Пийп создал Институт вулканологии и сейсмологии АН СССР в городе Петропавловске-Камчатском. Таким образом, создание Камчатской геотермальной научной школы можно датировать 1937 годом, а отличительной особенностью данной школы являются исследования высокотемпературных месторождений.

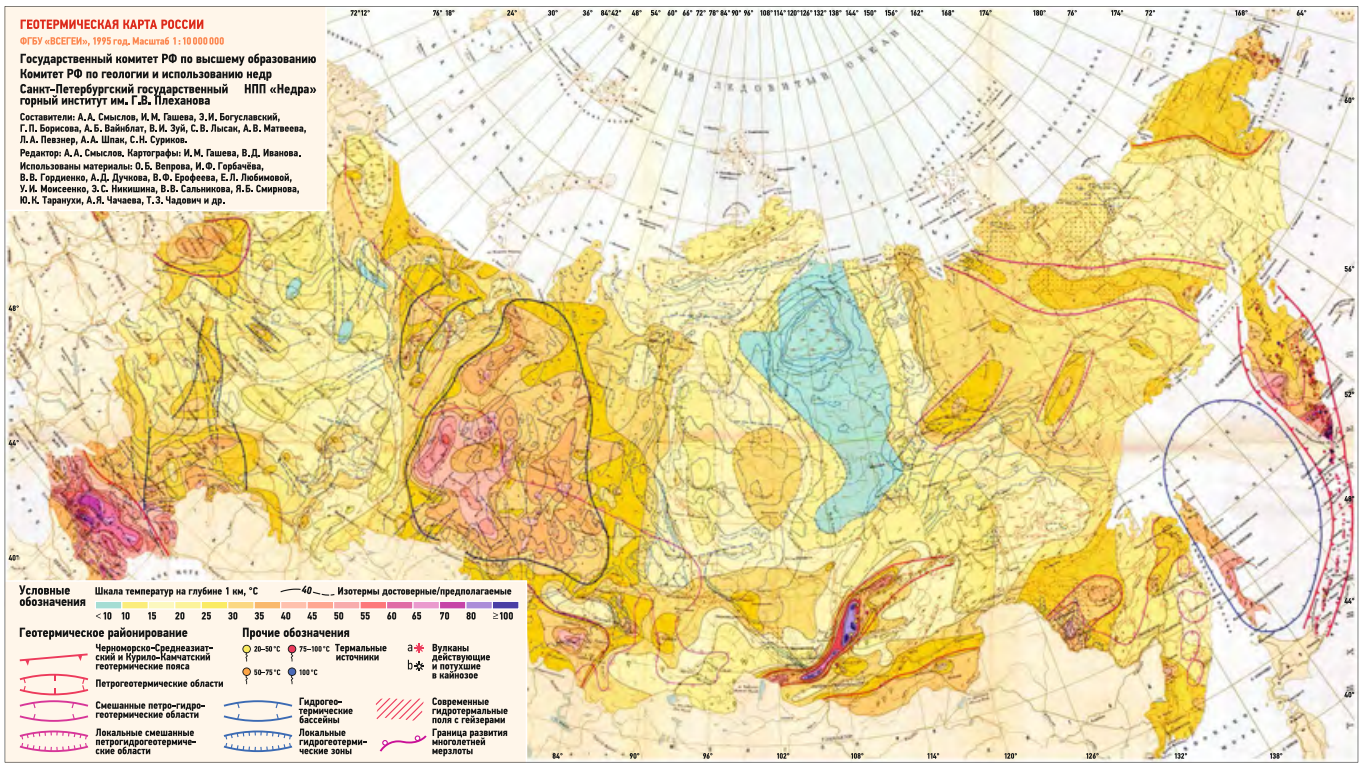
После военных лет развитие экономики Камчатки потребовало строительства электростанций, и в 1948 году главный энергетик треста «Сахалинрыбпром» А.А. Гавронский (1903–1971) получил авторское свидетельство на производство электроэнергии из геотермальных источников, что позволило ему в 1949 году обратиться к И.В. Сталину (как к Председателю Совета Министров) с предложением о развитии геотермальной энергетики.

Российская геотермальная энергетика была основана как советский проект, предусматривавший её широкомасштабное комплексное использование. С 1954 года соответствующими научными исследованиями занимались более 60 институтов

Фото: пресс-служба ОАО «Геотерм»

Фумарольное поле Паужетского геотермального месторождения на Камчатском полуострове

Автор: В.А. БУТУЗОВ, д.т.н., Кубанский государственный аграрный университет (КубГАУ, г. Краснодар)



Источник: ФГБУ «ВСЕГЕИ», 1995.

Рис. 1. Карта геотермических ресурсов Российской Федерации

После всестороннего и дискуссионного рассмотрения данного вопроса в Академии наук СССР, при поддержке академика М.В. Кирпичёва (1878–1955), выдающегося теплоэнергетика и основателя советской научной школы котлостроения, первый заместитель Председателя Совмина В.М. Молотов поручил АН СССР приступить к геотермальным исследованиям.

В 1954 году президиум АН СССР направил из Москвы на Камчатку экспедицию Лаборатории вулканологии Академии наук под руководством Б.И. Пийпа для выбора места строительства геотермальной электростанции. Уже в следующем году эта экспедиция рекомендовала начать разведочное бурение на юге Камчатки в районе Паужетских геотермальных источников — в 30 км от побережья Охотского моря у реки Паужетка.

В 1956 году на Камчатку выезжала комиссия президиума Академии наук СССР во главе с академиком М.А. Лаврентьевым. В её составе были академики И.Е. Тамм, А.Н. Тихонов, известные вулканологи, геотермики и гидрогеологи Б.И. Пийп, Ф.А. Макаренко, В.И. Влодавец, В.В. Иванов, Н.И. Нехорошев, Н.И. Хитаров, инженер А.А. Гавронский [3]. Комиссия выбрала точку заложения бурения первой 500-метровой скважины на площадке Паужетских геотермальных источников и утвердила программу работ созданной там же в 1957 году Контрольно-наблюдательной геотермальной станции Лаборатории вулканологии (Паужетская геотермальная экспедиция). Руководителем этой экспедиции был назначен Б.И. Пийп, гидрогеологическими исследованиями руководили В.В. Аверьев и В.М. Сугробов.

1957 год считается фактическим началом комплекса работ по строительству Паужетской ГеоТЭС. В 1957–1958 годах была пробурена первая в СССР пароводяная скважина. На глубине 120–300 м она вскрыла месторождение с пароводяной смесью температурой +200 °С. С 1959 по 1963 годы на Паужетском месторождении были пробурены и опробованы 21 разведочная скважина, на десяти из которых были выполнены годовые опытно-эксплуатационные испытания.

Выдающийся вклад в развитие геотермальной геологии полуострова Камчатка внёс советский вулканолог В.В. Аверьев (1929–1968) [4]. Он возглавлял новое научное направление исследований о вулканизме как проявлении магматического вещества на поверхности Земли и о соответствующих геотермальных процессах [5]. В.В. Аверьев предложил произвести глубокое бурение в зону влияния магматических очагов под вулканами, которое только было реализовано в XXI веке в США и в Исландии. Под руководством В.В. Аверьева впервые в СССР на Паужетской станции была разработана, изготовлена и испытана аппаратура для испытания пароводяных скважин, разработаны методики испытаний (гидрогеологических, гидрохимических, гидротермических) и определения запасов геотермальных пароводяных месторождений.

Фото: 4044415.livejournal.com

Фото 1. Скважины Паужетского геотермального месторождения

После оценки потенциальной мощности Паужетской геотермальной системы в 30 МВт советское правительство в 1965 году приняло решение о строительстве Паужетской ГеоТЭС установленной мощностью 5 МВт. Результаты исследований Паужетского месторождения, а также других месторождений, были обобщены Б.И. Пийпом в книге [6], актуальной до настоящего времени. Проект Паужетской ГеоТЭС разработал инициатор проектирования отечественной геотермальной энергетики, главный специалист Новосибирского филиала института «Теплоэлектропроект» Б.М. Выморков (главный инженер проекта), и он же был первым директором этой станции. Технические решения Паужетской ГеоТЭС были приняты с учётом мирового опыта того времени [7] и передовых технологий отечественного энергостроения. Сепараторы были установлены на каждой из девяти эксплуатируемых скважинах (всего пробурено 79 скважин, фото 1).

На станции были установлены две паровые турбины мощностью 2,5 МВт каждая, переделанные персоналом станции из серийных машин Калужского турбинного завода (КТЗ). Оригинальная конструкция смешивающего конденсатора с речной водой обеспечивала устойчивую работу станции. Паужетская ГеоТЭС, первая в нашей стране, строилась два года и 19 августа 1966 года была введена в эксплуатацию. Она работает и в наши дни. На фото 2 представлен машинный зал Паужетской ГеоТЭС. Следует отметить, что с первых дней работ по разведке месторождения и до последних дней жизни инициатор строительства Паужетской ГеоТЭС А.А. Гавронский активно участвовал во всех этапах её создания [4]. Со временем менялись турбины и другое оборудование станции. В настоящее время в работе паровая турбина мощностью 6 МВт, также производства КТЗ, изготовленная в 1940 году, а вторая (той же мощности), переоборудованная из судовой турбины производства АО «Кировский завод» в 2006-м, находится в резерве.

Паужетское геотермальное месторождение в настоящее время эксплуатируется АО «Тепло Земли», которое является правопреемником ГУП «Камчатскбургеотермия». Запасы месторождения утверждены в 2008 году на 25-летний срок эксплуатации с удельным расходом пара ГеоТЭС 2,5 кг/с при фактическом расходе 4,03 кг/с, что соответствует среднегодовой мощности станции 6,7 МВт, а при пиковом потреблении — до 11 МВт.

Сейчас на месторождении имеется 22 скважины глубиной от 405 до 1205 м, из которых десять действующих (добычных) с общим расходом пара 27,1 кг/с, достаточным для обеспечения электрической мощности до 10,9 МВт, с температурой пароводяной смеси на устье 179 °С и давлении до 3 бар. Каждая добычная скважина оборудована сепаратором, пар из которого (около 10 %) по трубопроводам централизовано подаётся на ГеоТЭС. Сепарат скважин в объёме 5 % используется для теплоснабжения объектов в посёлке Паужетка, 8 % подаётся в реинжекционную скважину, остальное в объёме 87 % сбрасывается в ручей Быстрый и реку Паужетка. За девять месяцев 2019 года добыто 558,8 тыс. тонн при средней мощности 4,5 МВт. Выработка электроэнергии составила 326 285 тыс. кВт·ч.

Проект Паужетской ГеоТЭС был разработан главным специалистом Новосибирского филиала института «Теплоэлектропроект» Б.М. Выморковым. Технические решения Паужетской ГеоТЭС принимались с учётом мирового опыта того времени и передовых технологий отечественного энергостроения

Первая в мире бинарная Паратунская ГеоТЭС мощностью 670 кВт была выполнена по изобретению академика С.С. Кутателадзе (1914–1986) в соавторстве с д.т.н. Л.М. Розенфельдом и Б.М. Выморковым, разработкам Института технической теплофизики (ИТТФ) СО АН СССР, ВНИИ холодильного оборудования и Ленинградского технологического института холодильной промышленности и проекту Новосибирского института ГипроНИИ АН СССР. Паратунская ГеоТЭС была построена в 1967 году в 70 км от Петропавловска-Камчатского у посёлка Термальный.

Строительством и эксплуатацией данной станции занималась ученица С.С. Кутателадзе к.т.н. В.Н. Москвичева. Результаты работы ГеоТЭС в течение 2000 ч подтвердили её проектные характеристики. Через два года после ликвидации участка Новосибирского ИТТФ АН СССР данная ГеоТЭС прекратила работу [8].

Фото: пресс-служба ОАО «Геотерм»

Фото 2. Машинный зал Паужетской ГеоТЭС

Фото: пресс-служба ОАО «Геотерм»

Фото 3. Здание бинарного блока Паужетской ГеоТЭС

С целью возрождения российских бинарных энерготехнологий и организации серийного производства бинарных электростанций (БЭС), в соответствии с приказом РАО «ЕЭС России» №500, была начата реализация проекта строительства бинарного энергоблока на Паужетской ГеоТЭС. В 2007 году московское ЗАО «Геоинком» (генеральный директор Г.В. Томаров) разработало технический проект типового бинарного энергоблока, а также технические проекты основного оборудования — испарителя-пароперегревателя, конденсатора и паровой турбины, выбрав в качестве рабочего цикла озонобезопасный хладон R134a. Была также разработана технологическая схема и рассчитаны её параметры, подобрано специальное вспомогательное оборудование и арматура, определены основные компоновочные и архитектурно-строительные решения.

Генеральным проектировщиком (московской компанией ОАО «НИИЭС») на базе технического проекта была разработана рабочая проектная документация на строительство опытно-промышленного экспериментального энергоблока (фото 3) с бинарным циклом мощностью 2,5 МВт на площадке Паужетской ГеоТЭС.

В 2014 году монтаж данной ГеоТЭС мощностью 2,5 МВт для утилизации тепла сепарата и конденсата паровых турбин был завершён, однако по ряду причин бинарный энергоблок не введён в эксплуатацию до настоящего времени.

Дальнейшее развитие бинарных энергоциклов было выполнено к.т.н. А.И. Калиной (1933–2018), который предложил использовать в качестве промежуточного рабочего тела водоаммиачную смесь (взамен фреонов), что более чем вдвое повысило эффективность бинарных электростанций [9]. Первая такая станция была построена в 1992 году за рубежом — в городе Лос-Анджелесе (США).

В 1980-е годы Камчатская геотермальная школа Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН в Петропавловске-Камчатском приступила к широкомасштабным исследованиям геотермальных месторождений, в том числе крупнейшего Мутновского, находящегося в 100 км от Петропавловска-Камчатского. В 1990 году Госкомитет по запасам СССР утвердил запасы Мутновского месторождения с суммарным дебитом пара 156,2 кг/с при давлении 6–8 бар (соответствует мощности 78 МВт), а ранее, в 1987-м, не дожидаясь подсчёта запасов, советское Минэнерго утвердило технико-экономическое обоснование (ТЭО) проекта строительства Мутновской ГеоТЭС мощностью 50 МВт, и в 1988-м была организована дирекция по её строительству [10].

На протяжении последующих пяти лет Минэнерго СССР и администрация Камчатской области пытались построить на Камчатке атомную электростанцию. Проблемы сейсмичности и отсутствие соответствующего оборудования заставили вернуться к строительству Мутновской ГеоТЭС. В 1993 году губернатор Камчатской области В.А. Бирюков в Лондоне инициировал выделение Европейским банком реконструкции и развития (ЕБРР) гранта исландской фирме Virkir-Orkinl для разработки ТЭО «Система геотермального электротеплоснабжения городов Елизово и Петропавловска-Камчатского» [11].

Аналогичную работу в России выполнил также московский институт «ВНИПИэнергопром» совместно с Калужским турбинным заводом. Банк отдал предпочтение исландскому ТЭО с комбинированной ГеоТЭС мощностью 50 МВт с теплофикационными турбинами, тепловой станцией с использованием тепла 600 т/ч сепарата и конденсата и со строительством теплопровода диаметром 500 мм, протяжённостью 83 км до города Елизово и далее до Петропавловска-Камчатского, и стоимостью $158 млн.

Российский вариант, при сохранении тех же параметров (установленная электрическая мощность 50 МВт, такая же теплотрасса), предусматривал раздельное сооружение конденсационной ГеоТЭС и такое же теплоснабжение указанных городов. Такой подход объяснялся особенностями российского финансирования строительства энергообъектов. РАО «ЕЭС России» утвердило ТЭО Мутновской ГеоТЭС и готово было финансировать лишь электрогенерацию. Для строительства объектов геотермального теплоснабжения в 1993 году была организована компания «КамТЭК», которая не смогла собрать средства потенциальных потребителей для реализации проекта.

В этой тупиковой ситуации проблемами геотермальной энергетики в 1990-е годы начал заниматься ведущий российский специалист по паровым турбинам АЭС д.т.н., профессор О.А. Поваров (1938–2006). В 1994 году он инициирует создание акционерного общества (АОЗТ «Геотерм») с участием руководителей РАО «ЕЭС России» и ОАО «Камчатскэнерго», и уже в 1995-м РАО «ЕЭС России» утверждает ТЭО на строительство Верхне-Мутновской ГеоТЭС мощностью 12 МВт и открывает финансирование проекта.

Директором строительства станции назначается В.Е. Лузин. В том же году начинает прибывать и монтироваться оборудование станции. Калужский турбинный завод изготовил 14 модулей вагонного типа, соединённых между собой закрытыми переходами. Были пробурены три продуктивные и две реинжекционные скважины. 29 декабря 1999 года Верхне-Мутновская ГеоТЭС (фото 4) была принята в эксплуатацию, а все проблемы в ходе пусконаладочных работ устранялись до декабря 2002-го (замена воздушной конденсаторной установки, а также защита электрооборудования станции от выделяющего из геотермальной воды сероводорода и т.п.).

Фото: Артём Безотечество, «ФотоКамчатка», photokamchatka.ru

Фото 4. Верхне-Мутновская ГеоТЭС

Впервые в мировой практике были применены горизонтальные гравитационные сепараторы, обеспечивающие максимальное удаление воды из геотермального пара. При проектировании и строительстве Верхне-Мутновской ГеоТЭС были апробированы новые технические решения, которые затем применили при возведении Мутновской ГеоТЭС.

В 1996 году О.А. Поваров, имея большой авторитет в зарубежных научных кругах (стажировки в США, разработка ГеоТЭС «Сан-Хасинто» в Никарагуа и др.), инициировал выделение средств ЕБРР на разработку окончательного варианта ТЭО Мутновской ГеоТЭС японской компании West Japan Engineering Consultants, Inc. (West JEC), российскому АО «Наука» (президент О.А. Поваров) и новозеландской фирме CENZi. В 1997 году ЕБРР утвердил ТЭО Мутновской ГеоТЭС мощностью 50 МВт со стоимостью строительства $154 млн. В 1998 году было подписано соглашение между Правительством РФ и ЕБРР о выделение АОЗТ «Геотерм» кредита на $99,9 млн со сроком погашения три года. Остальные $55 млн обязались профинансировать РАО «ЕЭС России», ОАО «Камчатскэнерго» и администрация Камчатской области. Дополнительно за счёт ОАО «Камчатскэнерго» была построена ЛЭП 220 кВ и автодорога до города Елизово. Генеральным проектировщиком ГеоТЭС в 1999 году было назначено ОАО «Зарубежэнергомонтаж» (город Иваново), а генподрядчиком строительства — ФГУП «ВО Технопромэкспорт», имевшее многолетний опыт строительства электростанций за рубежом.

В 2002 году в установленный трёхлетний срок было завершено строительство и осуществлён пуск в эксплуатацию Мутновской ГеоТЭС мощностью 50 МВт (2×25 МВт), ставшей флагманом российской геотермальной энергетики (фото 5). При её создании были реализованы современные технико-технологические решения: высокоэффективные оригинальные горизонтальные сепараторы первой и второй ступеней, работающие на основе гравитационного принципа отделения влаги (производство ОАО «ЗиО», город Подольск), высокоэкономичные и надёжные двухпоточные паровые турбины, разработанные и изготовленные на Калужском турбинном заводе, современная распределённая АСУ ТП на базе оборудования фирмы Siemens [11, 12].

Проблемами геотермальной энергетики РФ в 1990-е годы начал заниматься ведущий российский специалист по паровым турбинам атомных электростанций д.т.н., профессор О.А. Поваров. В 1994 году он инициировал создание АОЗТ «Геотерм» с участием РАО «ЕЭС России» и ОАО «Камчатскэнерго»

В соответствии со схемой и программой развития электроэнергетики Камчатского края на 2019–2023 годы (kamgov.ru), суммарная мощность электрогенерирующих станций Камчатки в 2018 году составляла 630 МВт (100%), в том числе избыточная мощность около 50%. Установленная мощность ГеоТЭС составляет 74 МВт (11,7% от суммарной установленной мощности или 23,5% от фактически используемой). При общей выработке электроэнергии в 2018 году на Камчатке 1816 млн кВт·ч (100%) основная доля приходится на ТЭЦ-1 (установленная мощность 204 МВт) и ТЭЦ-2 (160 МВт), которые обеспечивают 57% производства всей электроэнергии полуострова. На долю Мутновской и Верхне-Мутновской ГеоТЭС приходится 23,5% выработки электроэнергии (427 млн кВт·ч).

В настоящее время основным источником газоснабжения Камчатки является магистральный газопровод от Кшукского месторождения диаметром 530 мм и протяжённостью 392 км, построенный в 2012 году. В программе отмечено, что в 2019-м его производительность упала с 750 до 420 млн м^3 в год, а к 2030 году она сократится до 120 млн м^3 в год.

Соответственно, существующие электрогенерирующие мощности в количестве 364 МВт потребуют дополнительных объёмов топочного мазута или замещения геотермальными электростанциями. Ведущие специалисты России д.г.-м.н. А.В. Кирюхин и к.г.-м.н. В.М. Сугробов из Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН в работе [13] дают прогнозную оценку геотермальных ресурсов для выработки электрической энергии от 680 до 1100 МВт (по объёмному методу и по естественной тепловой нагрузке) и от 3000 до 3900 МВт (по интенсивности вулканической активности).

Применение авторами матмоделирования посредством программного обеспечения TOUGH2 (Transport of Unsaturated Groundwater and Heat, то есть «*термогидродинамическое численное моделирование с прогнозом эксплуатации продуктивных геотермальных резервуаров с известными фильтрационно-ёмкостными и энергетическими свойствами*») показывает возможность увеличения мощности эксплуатируемого Мутновского геотермального месторождения до 105 МВт, а Паужетского геотермального месторождения — до 11 МВт, в том числе с использованием бинарных технологий.

Фото: Артём Безотечество, «ФотоКамчатка», photokamchatka.ru

Фото 5. Мутновская ГеоТЭС — крупнейшая геотермальная электростанция РФ. Расположена в Елизовском районе Камчатского края, к северо-востоку от Мутновской сопки, на высоте около 800 м над уровнем моря. Уже почти 20 лет она эксплуатируется без нареканий. Установленная мощность электростанции — 50 МВт. Геотермальный теплоноситель — пароводяная смесь

Геотермальные пароводяные месторождения разведаны также на курильских островах Кунашир, Итуруп и Парамушир. Разведочные работы первого геотермального месторождения на участке «Прибрежный» были начаты на Кунашире в 1964 году, а в 1976-м были утверждены его запасы. В.Л. Микиртумов (1943 г.р.) в 1977 году, работая в институте «Сахалингражданпроект», разработал ТЭО проекта геотермального теплоснабжения острова Кунашир. Предприятие АО «Энергия» заказало Калужскому турбинному заводу модульную геотермальную электростанцию «Омега-500» мощностью 500 кВт, которая была установлена у подножия вулкана Менделеевский в 1993 году. В составе энергоблока была противодавленческая турбина «Кубань-0,5», разработанная КТЗ совместно с АО «Южно-Русская энергетическая компания» (Краснодар).

В 1994 году были завершены работы по строительству Менделеевской ГеоТЭС мощностью 3,6 МВт с двумя энергоблоками «Туман-2Л» (производство КТЗ) мощностью 1,8 МВт каждый. В 1996-м был построен геотермальный теплопровод от ГеоТЭС в посёлок Горячий Ключ с закрытием пяти угольных котельных. В 1997 году на Менделеевской ГеоТЭС была смонтирована блочная станция «Туман» (КТЗ) мощностью 17 Гкал/ч, а в 2008-м по проекту института «Сахалингражданпроект» был построен теплопровод в посёлок Южно-Курильск протяжённостью 9 км вдоль океанской бухты с пересечением двух рек и с перепадом отметок до 100 м. В Южно-Курильске теплопровод подключили к тепловому пункту бывшей котельной и обеспечили геотермальное отопление зданий посёлка. С 2011 по 2019 годы выполнялась реконструкция ГеоТЭС с установкой оборудования фирмы Ormat Technologies (США, Израиль). Мощность Менделеевской ГеоТЭС после реконструкции составит 7,4 МВт.

На другом курильском острове Итуруп в 2007 году по проекту института «Новосибирсктеплоэлектропроект» была построена Океанская ГеоТЭС установленной мощностью 3,6 МВт, с двумя энергоблоками «Туман-2Л» мощностью по 1,8 МВт каждый. В 2015-м после аварии станция была выведена из эксплуатации.

Выводы

1. Геотермальная энергетика из всех ВИЭ находится на третьем месте в мире по объёмам электрогенерации после ветровой и фотоэлектрической. При общей мощности мировых ГеоТЭС 13,3 ГВт установленная мощность ГеоТЭС РФ составляет 74 МВт при потенциальной мощности ГеоТЭС только Камчатки 1,1 ГВт. Кроме того, Россия — одна из пяти стран мира, обладающая технологиями производства геотермальных турбин и оборудования, геологической и научной школой мирового уровня, инженерными школами по проектированию и эксплуатации.

2. Развитие российской геотермальной энергетики осуществлялось учёными высочайшей научной и инженерной квалификации, инициировавшими важнейшие разработки на государственном уровне. Исследования пароводяных геотермальных месторождений Камчатки были начаты в 1930-е годы д.г.-м.н. Б.И. Пийпом. Его идеи развил в 1960-е годы В.А. Аверин, обосновавший теорию образования месторождения. После организации Б.И. Пийпом в 1962 году Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН Лаборатория геотермии выполнила исследования геотермальных ресурсов Камчатки, которые оценивались от 650 до 3900 МВт в зависимости от метода использования.

3. Строительство первой в СССР Паужетской ГеоТЭС на Камчатском полуострове в 1949 году предложил А.А. Гавронский; Б.М. Выморков руководил её эксплуатацией в первые годы. В 1967 году на Камчатке была построена первая в мире бинарная Паратунская ГеоТЭС. В основе её энергетического цикла лежало изобретение Б.М. Выморкова, академика С.С. Кутателадзе и д.т.н. Л.М. Розенфельда.

В 1980-е и 1990-е годы учёным мирового уровня О.А. Поваровым было инициировано сооружение Верхне-Мутновской и Мутновской ГеоТЭС — самых мощных геотермальных станций в Российской Федерации. В 2003 году по разработке д.т.н. Г.В. Томарова была построена бинарная Паужетская ГеоТЭС, которая адаптировала в себе современные технологические решения мирового уровня.

4. Предварительный анализ энергобаланса и генерирующих мощностей Камчатского края, опыта эксплуатации ГеоТЭС и геологических прогнозных оценок показал возможность обеспечения электрогенерации Камчатки за счёт использования геотермальной энергии суммарной мощностью от 116 до 3900 МВт.

5. Для определения перспектив развития геотермальной энергетики Курильских островов требуются дополнительные исследования.

1. Бутузов В.А. Геотермальное теплоснабжение: российские научные и инженерные школы // Журнал С.О.К., 2018. №11. С. 52–61.
2. Пийп Б.И. Термальные ключи Камчатки // Труды СОПС АН СССР. Сер.: Камчатская, 1937. Вып. 2. 268 с.
3. Рычагов С.Н. Начало освоения геотермальной энергии на Камчатке и перспективы её использования // История естествознания и техники, 2017. №7. С. 45–50.
4. Белоусов В.И., Эрлих Э.Н. Становление геотермальной энергетики Камчатки: проблемы и решения // Вопросы истории и естествознания и техники, 2015. Т. 36. №2. С. 306–321.
5. Аверьев В.В. Гидротермальный процесс в вулканических областях и его связь с магматической деятельностью. — М.: Наука, 1966. С. 118–128.
6. Паужетские горячие воды на Камчатке / Отв. ред. Б.И. Пийп. — М.: Наука, 1965. 208 с.
7. Выморков Б.М. Геотермальные электростанции. — М.-Л.: Энергия, 1966. 113 с.
8. Геотермальная энергетика: Справочно-методическое издание / Г.В. Томаров, А.И. Никольский, В.Н. Семёнов, А.А. Шипков. — М.: Интехэнерго-Издат; Теплоэнергетик, 2015. 304 с.
9. Калина А.И. Новая бинарная геотермальная энергетическая система / Аннотации докл. Межд. геотерм. семинара 6–10 октября 2003 года. — Сочи, 2003. С. 51.
10. Колосов В.М. Создание камчатской энергосистемы (1964–1993). — Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 1997. 40 с.
11. Очерки развития камчатской энергетики / В.М. Колосов, В.И. Борисов, А.В. Есенкова. — Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. 136 с.
12. Дарующая свет и тепло. Из истории камчатской энергетики. 1964–2009 гг. / А.В. Гаврилов. — Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2019. 164 с.
13. Кирюхин А.В., Сугробов В.М. Геотермальные ресурсы Камчатки и ближайшие перспективы их освоения // Вулканология и сейсмология, 2019. №6. С. 50–65.

PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

Methods for improving the efficiency of multipump stations using automatic monitoring and control. Pp. 22–25.

Mikhail L. Barbul, postgraduate student, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU); **Victor M. Vasiliev**, Doctor of Technical Sciences, Professor, SPbGASU; **Yuri T. Kotov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi Branch); **Sergey V. Staroverov**, PhD, Associate Professor, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

1. Dzh. Boks, G.M. Dzhenkins. *Analiz vremennyh rjadov, prognoz i upravlenie* [The analysis of time series prediction and control]. Moscow. *Mir* ["The World" Publishing House]. 1974. 406 p. [In Russian]
2. M.L. Barbul, Ju.T. Kotov. *Opredelenie rabochej tochki nasosnogo agregata pri nalichii protivodavlenija* [Determination of the operating point of the pump unit in the presence of counter-pressure]. *Estestvennye i tehnicheskie nauki* ["Energy Security and Energy Saving" Magazine]. 2016. No. 10. Pp. 152–159. [In Russian]
3. M.L. Barbul, S.V. Staroverov. *Prognozirovanie vodopotreblenija naseleniem na osnove avtoregressionnoj modeli* [Prediction of water consumption by the population based on the autoregressive model]. *Jenergobezopasnost' i jenergosberezhenie* ["Energy Security and Energy Saving" Magazine]. 2018. No. 6. Pp. 40–43. [In Russian]
4. M.L. Barbul, S.V. Staroverov. *Sposob upravlenija mnogonasosnymi stancijami s uchetom tekushhego vodopotreblenija* [The method of controlling multi-pump stations, taking into account the current water consumption]. *Vestnik Evrazijskoj nauki* ["Bulletin of Eurasian Science" Magazine]. 2018. No. 5. Web-source: esj. today. [In Russian]
5. M.L. Barbul, S.V. Staroverov, A.Ju. Feoktistov. *Sovremennye algoritmy upravlenija mnogonasosnymi stancijami* [Modern control algorithms for multi-pump stations]. *Jenergosberezhenie i vodopodgotovka* ["Energy Saving and Water Treatment" Magazine]. 2018. No. 5. Pp. 9–15. [In Russian]
6. V.M. Vasil'ev, S.V. Fedorov, A.V. Kudrjavcev. *Nasosy i nasosnye stancii: ucheb. posobie* [Pumps and pumping stations: A tutorial]. Part 1. St. Petersburg. *SPbGASU* [St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering]. 2017. 131 p. [In Russian]
7. M.G. Zhurba, L.I. Sokolov, Zh.M. Govorova. *Vodosnabzhenie. Proektirovanie sistem i sooruzhenij* [Water supply. Design of systems and structures]. *T. 3. Sistemy raspredelenija i podachi vody* [Vol. 3. Water distribution and supply systems: A tutorial]. Moscow. *Izd-vo ASV* [Publishing House of the Association of Construction Universities]. 2004. 256 p. [In Russian]
8. B.S. Leznov. *Chastotno-reguliruemyj jelektroprivod nasosnyh ustanovok* [Variable frequency drive electric pumping units: A tutorial]. Moscow. *Mashinostroenie* ["Mechanical engineering" Publishing House]. 2013. 176 p. [In Russian]
9. B.S. Leznov. *Jenergosberezhenie i reguliruemyj privod v nasosnyh i vozduhoduvnyh ustanovkah* [Energy saving and adjustable drive in pump and blower units: A tutorial]. Moscow. *Jenergoatomizdat* [Publishing House of Energy and Nuclear Industry ("Energoatomizdat" Publishers)]. 2006. 360 p. [In Russian]
10. V.N. Fashhilenko. *Reguliruemyj jelektroprivod nasosnyh i ventiljatornyh ustanovok gornyh predprijatij: ucheb. posobie* [Adjustable electric drive of pumping and fan installations of mining enterprises: A tutorial]. Moscow. *Gornaja kniga* ["The mountain book" Publishing House]. 2011. 260 p. [In Russian]
11. Chr.F. León Celi, P.L. Iglesias-Rey, F.J. Martinez Solano. Energy optimization of supplied flows from multiple pumping stations in water distributions networks. Procedia Engineering. Vol. 186. 2017. Pp. 93–100.
12. S.A. Bagloee, A. Mohsen, M. Patriksson. Minimization of water pumps' electricity usage: A hybrid approach of regression models with optimization. Expert Systems with Applications. Vol. 107. October 2018. Pp. 222–242.

PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

Modeling in COMSOL Multiphysics of conditions for reinforcing of carbon fiber products for housing and communal services. Pp. 26–31.

Vladimir A. Suchilin, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Alexey S. Kochetkov**, senior lecturer; **Nikolay N. Gubanov**, senior lecturer, Russian State University of Tourism and Service (RGUTiS)

1. E.N. Kablov. *Innovacionnye razrabotki FGUP "VIAM" GNTS RF po realizacii "Strategicheskih napravlenij razvitija materialov i tehnologij ih pererabotki na period do 2030 goda"* [Innovative developments of Federal State Unitary Enterprise "All-Russian scientific research institute of aviation materials" State Research Center of the Russian Federation on the implementation of the "Strategic directions of the development of materials and technologies of their processing for the period until 2030"]. *Aviacionnye materialy i tehnologii* ["Aviation materials and technologies" Magazine]. 2015. No. 1. Pp. 3–33. [In Russian]
2. *Usilenie konstrukcij uglevoloknom* [Carbon fiber reinforcement for structures]. *OOO "Proektno-stroitel'naja kompanija Sigma-F"* ["Design and construction company Sigma-F", LLC]. Web-source: sigma-f.ru. Access data: February 17, 2020. [In Russian]
3. *Kompozitnye materialy: pochemu Moskva pletetsja v hvoste tehnicheskogo progressa* [Composite materials: why Moscow city is lagging behind technological progress]. *Stroitelstvo.ru*. Web-source: rcmm.ru. Access data: February 17, 2020. [In Russian]
4. E.D. Kolpachkov, A.P. Petrova, A.O. Kurnosov, I.I. Sokolov. *Metody formovanija izdelij aviacionnogo naznachenija iz PKM (obzor)* [Methods of molding aviation products from polymer composite materials (PCM): An overview]. *Trudy VIAM* [Proc. of the All-Russian Institute of Aviation Materials]. 2019. No. 11. Pp. 22–36. [In Russian]
5. COMSOL Multiphysics User's Guide: Connecting layered shells with solids and shells. Web-source: comsol.com. Access data: February 17, 2020.
6. Ju.I. Dudar'kov, E.A. Levchenko, M.V. Limonin. *Vlijanie struktury paketa na kraevye jeffekty v sloistyh kompozitah* [The effect of the package structure on edge effects in layered composites]. *Issledovanija naukograda* ["Science city research"]. 2014. No. 3. Pp. 25–30. [In Russian]
7. A.Ju. Mujzemnek, E.D. Kartashova. *Mehanika deformirovanija i razrushenija polimernyh sloistyh kompozicionnyh materialov: Ucheb. posobie* [The mechanics of deformation and fracture of polymer layered composite materials: A texbook]. Penza. *Izd-vo PGU* [Publishing House of Penza State University]. 2017. 56 p. [In Russian]
8. V.A. Neljub. *Vysokoprochnye ugleplastiki na osnove jepoksidnoj matricy s regulirovannym adgezionnym vzaimodejstviem: Diss. kand. tehn. nauk po spec. 05.17.06* [High-strength carbon plastics based on an epoxy matrix with regulated adhesive interaction: The PhD dissertation in the specialty No. 05.17.06]. Moscow. *RHTU im. D.I. Mendeleeva* [Mendeleev Russian University of Chemical Technology]. 2015. 157 p. [In Russian]
9. V.A. Suchilin, A.S. Kochetkov, N.N. Gubanov. *Modelirovanie v COMSOL Multiphysics funkcional'nyh harakteristik trub dlja ZhKH iz kompozitnyh materialov* [Modeling in COMSOL Multiphysics of the functional characteristics of pipes from composite materials for housing and communal services]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.)* [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2019. No. 11. Pp. 37–41. [In Russian]

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

The use of gas turbines for cogeneration of energy. Pp. 46–51.

Vladimir A. Bulanin, PhD, CEO of "Innovative technologies — Energy", LLC (Belgorod city)

1. I.S. Kozhuhovskij. *Perspektivy razvitija teplovoj jenergetiki Rossii* [Prospects for the development of thermal energy in Russia]. *Rossijskaja jenergetika: VII ezhegodnaja konferencija gazety "Vedomosti"* [Russian energy: VII Annual Conference of the "Vedomosti" Newspaper]. Moscow. 2013. [In Russian]
2. M.V. Skiba. *Tendencii razvitija rynka gazoturbinnyh ustanovok* [Trends in the development of the market of gas turbine units]. *Vestnik SamGU. Serija: Jekonomika i upravlenie* [Bulletin of Samara State University. Series: Economics and Management]. 2015. No. 9/2. Pp. 156–164. [In Russian]
3. V.A. Bulanin, R.A. Zahidov. *Puti sovershenstvovanija teplojenergetiki Uzbekistana* [Ways to improve the heat power industry of Uzbekistan]. *Problemy informatiki i jenergetiki (Uzbekistan)* [Problems of computer science and energy]. 1992. No. 2. Pp. 23–28. [In Russian]
4. G.D. Barinberg, E.I. Benenson. *Vlijanie parametrov svezhego para, promezhutochnogo peregreva i edinichnoj moshhnosti na jekonomichnost' teplofikacionnyh turbin* [The influence of the parameters of fresh steam, intermediate overheating and unit power on the efficiency of cogeneration turbines]. *V sb.: Opyt sozdanija turbin i dizelej* [In the collection "Experience in creating turbines and diesel engines"]. Sverdlovsk. *Sredne-Ural'skoe knizhnoe izd-vo* [Middle Ural Book Publishing House]. 1969. Pp. 97–102. [In Russian]
5. *Pravila predostavlenija iz federal'nogo bjudzheta subsidij rossijskim organizacijam na finansovoe obespechenie chasti zatrat na provedenie nauchno-issledovatel'skih, opytno-konstruktorskih i tehnologicheskih rabot v ramkah sozdanija proizvodstva gazovyh turbin bol'shoj moshhnosti: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 21.03.2019 №301-PP* [Rules for the provision of subsidies from the federal budget to Russian organizations for the financial provision of part of the costs of research, development and technological work in the framework of the creation of the production of high-power gas turbines: Resolution of the Government of Russian of March 21, 2019 No. 301-RoG]. [In Russian]
6. D.B. Vol'fberg. *XIV kongress Mirovoj jenergeticheskoj konferencii* [XIV Congress of the World Energy Conference]. *Jenergohozjajstvo za rubezhom* ["Energy economy abroad" Magazine]. 1990. No. 1. Pp. 1–5. [In Russian]
7. V.A. Bulanin, A.V. Bulanin, E.A. Lapin. *Gazoturbinnye tehnologii — v jenergetiku Belgorodskoj oblasti* [Gas turbine technologies — into the energy sector of the Belgorod region]. *Gazoturbinnye tehnologii* ["Gas turbine technology" Magazine]. 2001. No. 1. Pp. 14–16. [In Russian]

8. V.M. Maslennikov, Ju.A. Vyskubenko, V.Ja. Shterenberg (USSR); G.R. Smitson, F.L. Robson, A.V. Lemon, V.T. Lohon (USA). *Parogazovye ustanovki s vnutriciklovoj gazifikaciej topliva i jekologicheskie problemy jenergetiki* [Combined cycle gas turbine gasification plants and environmental problems of energy]. Moscow. *Nauka* ["The Science" Publishers]. 1983. 264 p.
9. R. Kadi, A. Bouam, S. Aissani. Analyze of gas turbine performances with the presence of the steam water in the combustion chamber. Revue des Energies Renouvelables: International Conference on Renewable Energy and Sustainable Development (ICRESD) 2007. Tlemcen, Algeria. 2007. Pp. 327–335.
10. H. Haselbacher. Performance of water/steam injected gas turbine power plants consisting of standard gas turbines and turbo expanders. International Journal of Energy Technology and Policy. 2005. Vol. 3. No. 1/2.
11. K. Mathioudakis. Evaluation of steam and water injection effects on gas turbine operation using explicit analytical relations. Proc. of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy. 2002. Vol. 216. Issue 6. Pp. 419–431.
12. D.Y. Cheng, A.L.C. Nelson. The chronological development of the change cycle steam injected gas turbine during the past 25 years. Proc. of the American Society of Mechanical Engineers (ASME) Turbo Expo 2002. Amsterdam, Netherlands. June 3–6, 2002.
13. D. Zhao, Y. Ohno, T. Furuhata, H. Yamashita, N. Arai, Y. Hisazumi. Combustion technology in a novel gas turbine system with steam injection and two-stage combustion. Journal of Chemical Engineering of Japan. 2001. Vol. 34. No. 9. Pp. 1159–1164.
14. Y. Ohno, D. Zhao, T. Furuhata, H. Yamashita, N. Arai, Y. Hisazumi. Combustion characteristics and NOX formation of a gas turbine system with steam injection and two-stage combustion. Journal of Chemical Engineering of Japan. 2001. Vol. XX. No. X. Pp. XX–XX.
15. G.G. Ol'hovskij, V.V. Goncharov. *Konstrukcii nekotoryh sovremennyh GTU i PGU i prognoz mirovogo vypuska gazoturbinnogo oborudovanija v 2012–2021 gg. (obzor)* [The design of some modern gas turbine plants and combined cycle plants and the forecast for the global production of gas turbine equipment in 2012–2021: An overview]. Moscow. *Associacija gazoturbinnyh tehnologij dlja jenergetiki i promyshlennosti* [Association of gas turbine technologies for energy and industry of Russia]. 2014. [In Russian]

Dependence of thermal uniformity of external walls of residential buildings on their geometric characteristics and climatic parameters. Pp. 52–54.

Oleg D. Samarin, PhD, Associate Professor; **Marina Z. Polyakova**, post-graduate student, National Research University Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

1. V.G. Gagarin, V.V. Kozlov. *Teoreticheskie predposylki rascheta privedennogo soprotivlenija teploperedache ograzhdajushhih konstrukcij* [Theoretical background for calculating the reduced heat transfer resistance of building envelopes]. *Stroitel'nye materially* ["Construction materials" Magazine]. 2010. No. 12. Pp. 4–12. [In Russian]
2. V.G. Gagarin, K.A. Dmitriev. *Uchet teplotehnicheskih neodnorodnostej pri ocenke teplozashhity ograzhdajushhih konstrukcij v Rossii i evropejskih stranah* [Consideration of heat engineering heterogeneities in the assessment of thermal protection of building envelopes in Russia and European countries]. *Stroitel'nye materially* ["Construction Materials" Magazine]. 2013. No. 6. Pp. 14–16. [In Russian]
3. V.G. Gagarin, P.P. Pastushkov. *Ob ocenke jenergeticheskoj jeffektivnosti jenergosberegajushhih meroprijatij* [On the assessment of energy efficiency of energy-saving measures]. *Inzhenernye sistemy: AVOK-Severo-Zapad* [Engineering systems: "Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics" Non-government Public Organization (ABOK-North-West)]. 2014. No. 2. Pp. 26–29. [In Russian]
4. P.V. Vinskij. *Ispol'zovanie SP 50.13330.2012 "Teplovaja zashhita zdanij" pri proektirovanii obshhestvennyh zdanij* [The use of The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice) No. 50.13330.2012 "Thermal protection of buildings" in the design of public buildings]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (S.O.K.)* [Journal of Plumbing. Heating. Ventilation]. 2018. No. 2. Pp. 84–87. [In Russian]
5. K.F. Fokin. *Stroitel'naja teplotehnika ograzhdajushhih chastej zdanija* [Construction heat engineering of enclosing parts of the building]. Edited by Ju.A. Tabunshhikov, V.G. Gagarin. 5th edition. Moscow. *AVOK-Press* [Publishing House of the Russian Association of Engineers for Heating, Ventilation, Air-Conditioning, Heat Supply and Building Thermal Physics ("ABOK-Press")]. 2006. 256 p. [In Russian]
6. A.V. Doroshenko. *Imitacionnaja termodinamicheskaja model' zdanija* [Simulation thermodynamic model of a building]. *Bjulleten' stroitel'noj tehniki (BST)* ["Bulletin of construction equipment" Magazine]. 2017. No. 12. Pp. 42–43. [In Russian]
7. M. De Rosa, V. Bianco, F. Scarpa, L.A. Tagliafico. Modelling of energy consumption in buildings: an assessment of static and dynamic models. Russian Journal of Construction Science and Technology. 2016. Vol. 2. No. 1. Pp. 12–24.
8. K. Horikiri, Y. Yao, J. Yao. Modelling conjugate flow and heat transfer in a ventilated room for indoor thermal comfort assessment. Building and Environment. 2014. No. 77. Pp. 135–147.
9. O.D. Samarin, E.O. Nasonova. *Issledovanie zavisimosti teplotehnicheskoj odnorodnosti naruzhnyh ograzhdenij ot geometricheskih harakteristik zdanij* [The study of the dependence of the thermal engineering uniformity of the external fencing on the geometric characteristics of buildings]. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* ["Housing construction"]. 2016. No. 1–2. Pp. 19–22. [In Russian]
10. O.D. Samarin, E.O. Nasonova. *Zavisimost' teplotehnicheskoj odnorodnosti naruzhnyh ograzhdenij ot geometrii zdanija dlja razlichnyh klimaticheskih rajonov* [The dependence of the thermal engineering uniformity of the external fencing on the geometry of the building for various climatic regions]. *Fasadnye sistemy* ["Facade systems" Magazine]. 2016. No. 1. Pp. 40–42. [In Russian]

N-G-K.ru МОСКОВСКИЕ НЕФТЕГАЗОВЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

2020 Встречи нефтяников и газовиков с поставщиками и подрядчиками

Москва, улица Тверская, 22, отель InterContinental

20 февраля Инвестэнерго
Инвестиционные проекты в электроэнергетике
Обзор инвестиционных проектов и модернизация российской электроэнергетики, вопросы материально-технического обеспечения в отрасли, практика закупочной деятельности в крупнейших российских компаниях

17 марта Нефтегазснаб
Снабжение в нефтегазовом комплексе
Конференция собирает руководителей служб материально-технического обеспечения нефтегазовых компаний. Обсуждается организация закупочной деятельности, практика импортозамещения, оплата и приемка поставленной продукции, информационное обеспечение рынка

28 мая Нефтегазстрой
Строительство в нефтегазовом комплексе
Формирование цивилизованного рынка в нефтегазовом строительстве, практика выбора строительных подрядчиков, создание российских EPC-фирм, увеличение доли российских компаний на нефтегазостроительном рынке, расценки и порядок оплаты проводимых работ

10 сентября Нефтегазопереработка
Модернизация производств для переработки нефти и газа
Вопросы модернизации нефтеперерабатывающих и нефтехимических мощностей, проблемы взаимодействия с лицензиарами, практика импортозамещения, современные модели управления инвестиционными проектами, стандарты и требования безопасности

29 октября Нефтегазсервис
Нефтегазовый сервис в России
Традиционная площадка для встреч руководителей геофизических, буровых предприятий, а также компаний, занятых ремонтом скважин. Подрядчики в неформальной обстановке обсуждают актуальные вопросы со своими заказчиками – нефтегазовыми компаниями

8 декабря Нефтегазшельф
Подряды на нефтегазовом шельфе
Заказчиками оборудования выступают "Газпром нефть", "Роснефть", "ЛУКОЙЛ", "Газпром флот" и другие крупные компании. В условиях введения экономических санкций необходимо быстро освоить производство жизненно важного оборудования, в первую очередь запасных частей

Новые встречи — новые возможности!

Телефоны: +7 (495) 514-58-56, 514-44-68; факс: +7 (495) 788-72-79; info@n-g-k.ru; n-g-k.ru

14-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВОДНАЯ ВЫСТАВКА И ФОРУМ «ВОДА: ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ»

ЭКВАТЭК ECWATECH 2020

8—10 СЕНТЯБРЯ 2020

МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

ВСЕ ПРОФЕССИОНАЛЫ И ЭКСПЕРТЫ
ВОДНОЙ ОТРАСЛИ В ОДНО ВРЕМЯ
НА ОДНОЙ ПЛОЩАДКЕ

WWW.ECWATECH.RU

ОРГАНИЗАТОР Reed Exhibitions®

ООО «РЕЛКС», РЕКЛАМА

0+

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

aqua THERM MOSCOW

2–5 февраля 2021

Крокус Экспо, Москва

Забронируйте стенд

aquatherm-moscow.ru

Developed by

Reed Exhibitions® Messe Wien

Организаторы

Reed Exhibitions® Hyve

Специализированные разделы

WORLD OF WATER & SPA

AIRVent

ООО «РЕПНО»

• 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 • 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 • 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 •

LUNDA

для профессионалов

Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • 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 • 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 • Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань •

www.lunda.ru

Реклама