

22

Фитопланктон
и качество
питьевой воды



36

Новый учебник
теплофизики
от МГСУ



46

Тренды рынка
VRF-систем
в России



64

ВИЗ-источники
на «газовых»
объектах



Вентиляторные Заводы «ВЕЗА»

Опыт прошлого. Технологии современности



Приточно-вытяжные системы

AEROSMART

с функцией теплоутилизации
и фильтрации воздуха,
от 1000 до 16000 м³/ч



Приточно-вытяжные системы

AEROSTART

в подвесном и напольном
исполнениях,
от 200 до 1500 м³/ч

Сделано качественно. Сделано в России.



TECE CLUB

Сообщество
профессионального
монтажа



Бонусная программа



Страхование объектов



Личное портфолио



Обучение в Академии



Проектная поддержка

Вступай
в клуб!



www.tececlub.ru

www.navien.pro

ЗАРАБАТЫВАЙ ВМЕСТЕ С NAVIEN



**Вступай в клуб
единомышленников
и успешных партнеров!**

Получи специальное
коммерческое условие
от официального дистрибьютора



**Регистрируйся
на сайте**



**Монтируй
котлы NAVIEN**



**Копи
баллы**



**Получай
бонусы**





[Фитопланктон и качество воды](#)

Статья посвящена анализу различных методов предотвращения интенсивного развития фитопланктона и его непосредственного удаления из природной воды. Авторами приведены результаты исследований процесса удаления микроводорослей. Полученные данные легли в основу проектирования и строительства водопроводных очистных сооружений.

22



[Об энергоэффективности циркуляционных насосов для газовых котлов](#)

В статье рассказано об энергоэффективности циркуляционных насосов малой мощности с асинхронным электродвигателем постоянной скорости вращения для настенных газовых котлов. Определены значения КПД и их зависимости от назначения электросети, а также дана другая полезная информация.

32



[Новая книга «Строительная теплофизика и микроклимат зданий»](#)

В Издательстве МИСИ-МГСУ вышел новый учебник для обучающихся по программе бакалавриата по направлению «Строительство» (08.03.01), профиль подготовки «Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение зданий, сооружений и населённых пунктов», авторства Е.Г. Малявиной и О.Д. Самарина.

36



[Куда движется рынок VRF в России? Факты и прогнозы](#)

Наше грядущее всегда является следствием процессов, которые произошли или ныне происходят. И с достаточной точностью можно просчитать ближайшее будущее, анализируя ситуацию сегодняшнего дня и учитывая факторы, на неё влияющие. Давайте же подумаем над вопросом «Что будет происходить с рынком VRF в России в ближайшие десять лет?»

46



[Для накопителей энергии введён новый стандарт](#)

В Российской Федерации начали действовать первые нацстандарты для проектирования, испытания и эксплуатации накопителей электрической энергии высокой мощности. Нормы были разработаны сотрудниками компании «СНЭ» (проект группы компаний «Роснано») совместно с Новосибирским государственным техническим университетом.

16



[Уточнённая таблица классов энергоэффективности зданий](#)

В прошлом номере журнала СОК был опубликован резонансный материал «Минстрой России продолжает срывать решения Правительства Российской Федерации и Федерального закона №261-ФЗ», уже привлёкший внимание многих отраслевых специалистов. Сегодня — продолжение статьи.

50

Новости

4

События

[Финал Восьмого чемпионата «Лучший сантехник. Кубок России» завершён](#)

11

[XIX Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология»](#)

12

[«Качество внутренней среды» станет главной темой на предстоящей ISH-2021 digital](#)

14

[В России введён национальный стандарт для накопителей энергии](#)

16

Сантехника и водоснабжение

[TECEprofil — продуманная конструкция и простой монтаж вот уже 25 лет!](#)

18

[Влияние фитопланктона на формирование качества воды и методы его удаления. Часть 2](#)

22

Отопление и ГВС

[Kailon — инновационный и экологичный продукт](#)

27

[Зимний комфорт в загородном доме без центрального отопления](#)

28

[Трапы Magdrain: надёжная защита от неприятных запахов](#)

31

[К вопросу о энергоэффективности циркуляционных насосов для настенных конвекционных газовых котлов](#)

32

[Строительная теплофизика и микроклимат зданий](#)

36

[Температурный режим цеха металлообработки при использовании системы отопления на базе водяных ИК-излучателей](#)

38

[О температурном режиме неотапливаемых лестничных клеток многоквартирных жилых домов с поквартирными генераторами теплоты](#)

41

Кондиционирование и вентиляция

[Системы вентиляции со встроенной автоматикой](#)

44

[Куда движется рынок VRF в России? Факты и прогнозы](#)

46

Энергосбережение и ВИЭ

[Об уточнённой таблице классов энергоэффективности зданий, отражающей предложенную Правительством РФ долгосрочную динамику повышения требований](#)

50

[Моделирование в ПО COMSOL Multiphysics функциональных характеристик окон зданий ЖКХ](#)

56

[Автономное энергоснабжение газораспределительной станции с использованием альтернативных источников энергии](#)

64

[О реальном положении дел с повышением энергоэффективности многоквартирных домов в России](#)

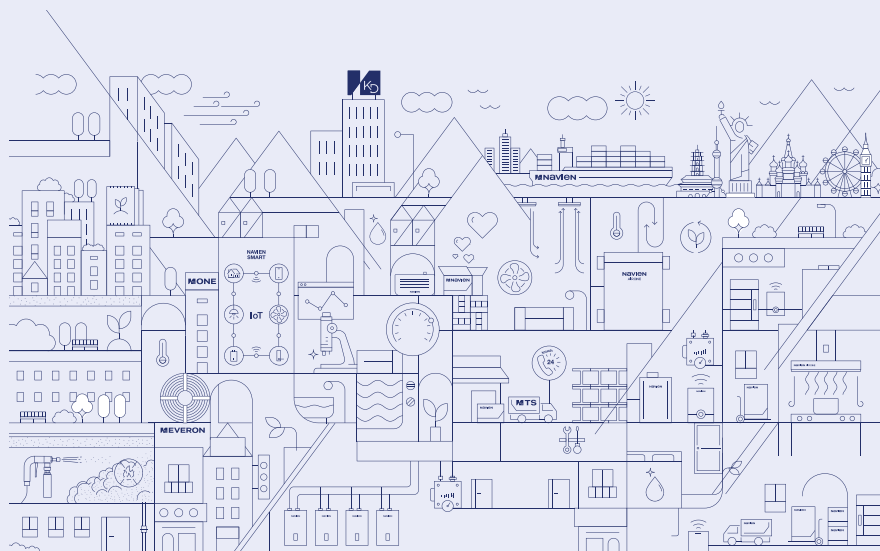
70

References

78

Одной строкой

- Корпорация Sony предупредила правительство Японии, что может вывести производство за пределы страны, поскольку не находит достаточных объемов возобновляемой энергии для обеспечения своей деятельности.
- ПАО «КАМАЗ», российский производитель дизельных грузовых автомобилей и дизелей, займётся выпуском электрического смарт-кроссовера стоимостью менее одного миллиона рублей. Разработка компактного электромобиля силами Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ) находится на завершающем этапе, премьера «сити-кара» запланирована на 10 декабря 2020 года.
- Шведская ассоциация ветроэнергетики прогнозирует в Швеции рост выработки энергии ветра в 4,5 раза — с сегодняшних 20 до 90 ТВт·ч к 2040 году. Такой вариант развития удачно вписывается в концепцию удовлетворения 100% потребностей страны в электроэнергии при помощи возобновляемых источников энергии. На ветряную генерацию придётся свыше 50% энергопотребления этой скандинавской страны.
- В Волгоградской области начала работу солнечная электростанция «Астерион» мощностью 15 МВт, построенная компанией «Солар Системс». Солнечная электростанция разместилась на участке площадью 410 тыс. м². На ней установлено 43 630 фотоэлектрических модулей. Объём инвестиций в строительство составил около 1,9 млрд руб.
- Компания Gree запустила новое «интеллектуальное» производство в районе развития высоких технологий в китайском городе Нанкин. Осенью с его конвейера сошёл первый кондиционер. Проект «интеллектуального» производства включает в себя различные категории продуктов кондиционирования: сплит-системы, VRF-системы, канальные кондиционеры (планируемая годовая производственная мощность составляет 6,5 млн единиц).
- Amazon стал крупнейшим покупателем солнечной и ветровой энергии с портфелем 6,5 ГВт. Корпорация впервые инвестировала в солнечные и ветровые проекты во Франции, Германии, Италии и Южной Африке.
- Минстрой сообщил о готовящемся проекте пересмотра базового свода правил СП 60.13330.2016 «ОВиК», формирующего требования к внутренним инженерным системам микроклимата помещений. В частности, документом предусмотрены требования к адаптивным системам вентиляции для общественных помещений, уточнены схемы организации воздухообмена в помещениях, предусмотрены системы персональной, локализирующей и вытесняющей вентиляции.



NAVIEN

Первый фирменный ребрендинг корпорации KD NAVIEN за 20 лет

Новые времена требуют новых решений и свежих взглядов. Для многолетнего лидера продаж российского рынка в сегменте настенных газовых котлов корпорации KD NAVIEN — это первый фирменный ребрендинг за 20 лет. Прежде всего изменения коснулись логотипа: его внешнего облика, текстового начертания и принципов использования.

Однако компания хочет, чтобы её воспринимали не только как отраслевого лидера, а скорее как надёжного партнёра в построении уютной, удобной и дружелюбной среды проживания. Именно поэтому в логотипе бренда появилась третья часть — образ человека. Он расположился в центре фокуса внимания и имеет угол наклона 36,6°, вызывающий аналогии с комфортным состоянием человеческого организма. Наряду с этим преобразились и два других элемента логотипа: оранжевый, отражающий энергию и тепло, а также синий, символизирующий инновации. Изменилось и текстовое начертание названия самого бренда, которое стало современнее и отражает новую эпоху.



К изменению логотипа NAVIEN подтолкнуло серьёзное переосмысление всех бизнес-процессов. На заре своего становления южнокорейский производитель завоёвывал рынки Азии, пару десятилетий назад компания боролась за рынки Европы и США, а всего несколько лет назад поставила перед собой цель — стать первыми не только в России, но и во всём мире.

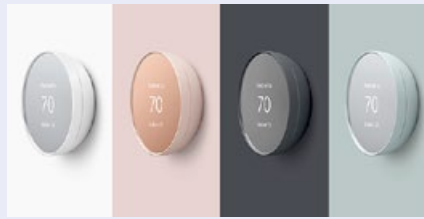
Сегодня глобальное лидерство корейского производителя — уже свершившийся факт, а бренд NAVIEN является одним из самых узнаваемых на рынке HVAC. Деятельность холдинга на мировой арене давно вышла за пределы производства отопительного оборудования. Сегодня, помимо отопительного оборудования, многопрофильный холдинг производит в Корее продукцию для рынков воздухоочистки и вентиляции, «интернета вещей» (IoT) и систем «умный дом», которая экспортируется в более 85 стран мира.



Российское представительство «Навиен Рус» надеется, что позитивные изменения в философии корпорации KD NAVIEN будут с пониманием приняты партнёрами. Ведь именно региональные партнёры являются проводниками на пути к завоеванию умов и сердец конечных потребителей.

Новый термостат Nest Thermostat от Google

Новая модель термостата Nest имеет более простой и понятный дизайн и более низкую цену, а также позаимствовала некоторые полезные элементы управления с использованием радарного датчика Soli, используемого в Pixel 4. Как и предыдущие модели, новый Nest Thermostat предназначен для снижения потребления энергии и сокращения расходов на отопление. Температуру можно настроить как вручную, так и по расписанию. Благодаря технологии машинного обучения, устройство со временем «приспосабливается» к поведенческим особенностям каждого пользователя, чтобы ещё больше сократить расход энергии. Новый Nest Thermostat интегрируется с приложением Google Home.



Стоимость новой модели термостата в США составляет \$129,99. Она заменяет в линейке более доступную модель Nest Thermostat E. Компания Google подчеркнула экологичность своего нового устройства для «умного дома»: пластиковые части устройства на 49% сделаны из переработанных отходов. Тонкий двухцветный дисплей с зеркальной отделкой доступен в четырёх вариантах цвета: «снег», «уголь», «песок» и «туман». Есть также дополнительный комплект приспособлений для удаления следов после настенного монтажа. Новый термостат Nest предлагает более тесную интеграцию с Google Assistant и приложением Google Home, которые являются операционным центром «умного дома» Google, который может контролировать всё, от камер Nest до Chromecast, и предоставляет пользователю гораздо больше возможностей. Google утверждает, что можно настроить термостат Nest самостоятельно за 30 минут. Продукт уже доступен в продаже.

Переход на «альтернативную котельную» притягивает крупных инвесторов

Заседание рабочей группы Госсовета по энергетике, прошедшее 27 ноября 2020 года, стало отправной точкой для масштабного перехода на новую модель рынка тепла — «альтернативной котельной». Так считает директор по тарифообразованию «Сибирской генерирующей компании» («СГК») Екатерина Косонова. «СГК» подчёркивает актуальность «альтернативной котельной» для российской теплоэнергетики, напоминая как о критиче-

ском износе мощностей, так и о первых обнадеживающих результатах этого процесса. Озвученные «СГК» и компанией «Т Плюс» цифры инвестиций при переходе на «альтернативную котельную» составляют в совокупности свыше 157 млрд руб. Всего две компании смогли за три года действия закона подготовить и начать инвестиционные мероприятия в размере, равном бюджетам нескольких городов страны. Из слов министра энергетики следует, что скоро к этому процессу присоединятся новые регионы, в которых присутствует крупный инвестор — ПАО «РусГидро». На заседании Госсовета было также озвучено предложение ввести в законодательство изменение, позволяющее переходить на «альтернативную котельную» не по муниципальному образованию в целом, а по отдельным зонам теплоснабжения. Для «СГК» это может быть актуально в Новокузнецке, который разделён на три крупные зоны теплоснабжения (что осложняет переход к «альткотельной»).



Фото: Игорь Зарембо/РИА Новости

Солнечные термopанели смогут работать ночью

Учёные из Стэнфордского университета спроектировали модель необычной солнечной термopанели, которая является частью комплексного генератора электроэнергии из солнечных лучей. Отличие этой разработки в невиданной доселе эффективности, которая по расчётам в 120 раз превосходит все существующие аналоги. Более того, разработчики заявляют, что подобрались к уровню теплового двигателя Карно, который считается идеальным термодинамическим мотором. В основе разработки лежит давно известная концепция использования тепловой энергии, которая накапливается в освещаемых солнцем предметах в течение дня. В это время она не расходуется, поскольку условия внутри и снаружи объекта схожи, но, когда наступает ночь, открывается огромное и холодное воздушное пространство. Создаётся существенный перепад температур, который запускает переток тепловой энергии — необходимо лишь поймать её и применить с пользой.

Источник: Remap.ru



Крупнейшая в Европе система накопления энергии

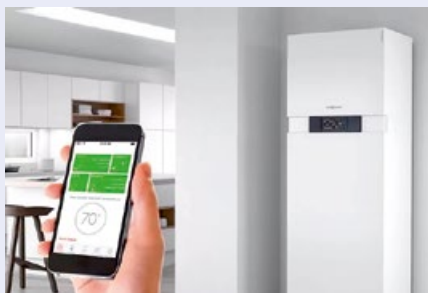
Британский Департамент бизнеса, энергетики и промышленной стратегии (BEIS) выдал разрешение на создание крупнейшей в Европе системы накопления энергии (СНЭ) на основе аккумуляторных батарей мощностью 320 МВт ёмкостью 640 МВт·ч. Проект реализует энергетическая компания InterGen из Шотландии. Для сравнения, крупнейшая СНЭ, которая сегодня работает в Великобритании, обладает ёмкостью лишь 75 МВт·ч. Систему стоимостью £200 млн построят в логистическом парке DP World London Gateway, расположенном на берегу Темзы в графстве Эссекс. Этот гигантский накопитель, который, по словам компании, можно будет расширить до 1,3 ГВт·ч, будет оказывать услуги энергосистеме по поддержанию надёжности. Строительство планируется начать в 2022 году, в эксплуатацию объект должен быть введён в 2024 году.

Источник: Remap.ru

Viessmann

Viessmann представил в России систему ViCare Smart Climate

Применение компонентов системы ViCare Smart Climate позволяет управлять температурой воздуха отдельных помещений с помощью простого и интуитивно понятного приложения ViCare на смартфоне или планшете. Компоненты «умного» климата легко интегрируются в существующие системы отопления и быстро монтируются, а их стоимость в несколько раз ниже классических решений.



В радиаторной системе отопления комнатное регулирование температуры осуществляется с помощью «умных» термоголовок ViCare Radiator Thermostat Valve. Установить прибор очень просто: в комплекте к каждому идут четыре адаптера под самые распространенные вентильные вставки. Чтобы связать аксессуар с приложением ViCare, достаточно отсканировать QR-код на корпусе термоголовки. В каждой из них три температурных датчика, и, если в комнате одна батарея отопления, дополнительные приборы для контроля не нужны. Система ViCare Smart Climate настолько умна, что «понимает», когда в доме открываются окна для проветривания, — при обнаружении потока холодного воздуха термоголовка отправляет сигнал на модуль управления Vitosconnect, связанный с котлом. В течение 30 минут система не предпринимает никаких действий, предполагая, что створки могут быть открыты для проветривания. Если система отопления, помимо радиаторов, предусматривает теплые полы, в ViCare Smart Climate включаются интеллектуальные распределители Floor thermostat. Интеллектуальным центром системы «умного» климата является модуль Vitosconnect Opto 2 — он способен управлять температурой в помещениях, как будучи присоединенным к отопительному котлу Viessmann с интерфейсом OptoLink, так и без соединения с теплогенератором.

FUNAI

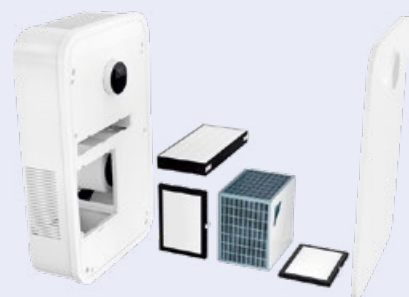
Приточно-вытяжная установка FUJI успешно прошла испытания



Приточно-вытяжная вентиляционная установка FUJI от FUNAI успешно прошла лабораторные испытания и доказала высокую эффективность. Программа испытаний включала проверку работоспособности комплекса в условиях, которые способствуют возникновению конденсата. Специально для испытаний в помещении был воссоздан климат с температурой и относительной влажностью, которые являются максимально допустимыми для холодного периода времени.

Экспертная комиссия пришла к следующим выводам: приточно-вытяжная вентиляционная установка FUJI от FUNAI обладает достаточным уровнем защиты от конденсации; эффективная внутренняя теплоизоляция на базе вспененного каучука позволяет эксплуатировать установку при наружных температурах до -20°C ; при уличной температуре до -10°C и базовом приточно-вытяжном режиме работы эффективность рекуператора достаточна для подачи в помещение воздуха приемлемой температуры.

При более низкой уличной температуре рекомендуется активация одного из режимов поддержания комфортной температуры.



Midea

Центробежные чиллеры Midea сверхэффективной серии

Компания Midea представила новые центробежные чиллеры сверхэффективной серии MWT1 на хладагенте R134a. В холодильные машины внедрены передовые научные и технические достижения в гидравлике, аэродинамике, алгоритмах управления. Важнейшие компоненты изготовлены известными мировыми производителями либо являются запатентованной продукцией компании.

Агрегаты MWT1 производительностью 2110–4570 кВт работают в электросети 380 В, они оснащены одноступенчатыми полугерметичными компрессорами Midea. В них установлен кожухотрубный испаритель затопленного типа. Чиллеры MWT2 с рабочим напряжением 10 кВт охватывают диапазон производительности 2110–7735 кВт, в них используются эффективные двухступенчатые компрессоры.



Передовые технологии позволили добиться очень высокой энергоэффективности центробежных чиллеров: её показатель достигает 6,6. Плавное изменение производительности (технология IGV) в диапазоне 10–100% достигается благодаря согласованной работе регулируемых лопаток входного направляющего аппарата и поворотного диффузора, при этом на частичных нагрузках устраняются вредные пульсации (помпаж). Охлаждение электродвигателя компрессора осуществляется парами хладагента. Контроллер имеет сетевой коммуникационный порт RS-485, чиллер может быть интегрирован в систему управления инженерным оборудованием здания (BMS) по протоколу Modbus.



ВИЭ

Изменение тарифов для солнечной генерации с начала декабря

С 1 декабря изменились правила конкурсного отбора и тарифов для объектов генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Теперь при конкуренции между собой объектов ВИЭ не будет учитываться технология генерации, а отбор будет происходить из расчёта минимальной цены электроэнергии.

Как пояснили в Минэнерго России, конкурсные отборы объектов ВИЭ на право получения механизмов господдержки станут более эффективными и привлекательными для потенциальных инвесторов. Кроме того, снимаются ранее предусматривавшиеся ограничения по временному периоду (до 2024 года) оказания мер поддержки



малым объектам ВИЭ, имеющим установленную мощность до 25 МВт, сделав этот механизм постоянным.

Формироваться цена на электроэнергию ВИЭ-генерации будет не по регулируемым тарифам, а из цены в заявке, поданной инвестором на конкурс, но не выше утверждённого предельного уровня. Благодаря этому инвестор получит гарантированную цену на электроэнергию на 15 лет (период окупаемости).

Устанавливаются единые правила проведения конкурсных отборов проектов по строительству ВИЭ-генерации для всех регионов. По их итогам будут формироваться перечни утверждённых проектов с указанием ежегодных объёмов поставки электричества и цен на него.



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

NAVIEN

Торжественное открытие крышной котельной в Ижевске



В городе Ижевске состоялось открытие крышной котельной для здания элитного ЖК «Маэстро», возводимого строительной группой компаний «СЗ «Квадрат» при поддержке партнёров по инжинирингу и проектированию — «Центра отопления «Четыре стихии» и «УГК-Монтаж».

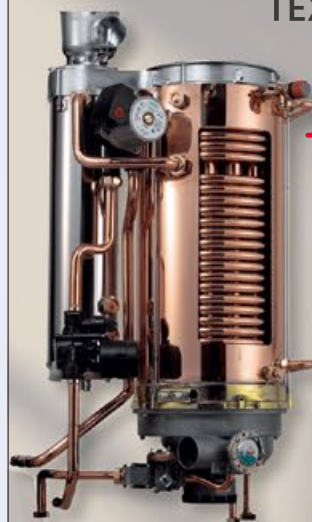
Данная энергоэффективная котельная, произведённая на Ижевском заводе коммунального оборудования (ИЗКО), будет предоставлять условия для комфортного про-

живания в доме бизнес-класса для более 200 семей, а также позволит перейти на новый уровень оказания услуг ЖКХ населению. Оборудование NAVIEN позволит обеспечить потребителей услугами теплоснабжения и горячего водоснабжения высокого качества, снизить эксплуатационные расходы на производство тепловой энергии и, соответственно, снизить себестоимость услуг на более чем 30%.

В торжественной церемонии открытия котельной NAVIEN приняли участие директор по маркетингу компании «Навиен Рус» Никита Голубев и министр строительства, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Удмуртской Республики Дмитрий Николаевич Сурнин. Высокопоставленный чиновник отметил отличное качество каскадной системы NAVIEN и уникальность самого проекта для города и республики. Развёрнутую статью о данном проекте читайте в 12 номере журнала СОК.

КОТЛЫ CONDENSATION VISIO® 25 • 32 • 45 кВт

СОВЕРШЕНСТВО ТЕХНОЛОГИЙ



Теплообменник **DUOSTEP®** с высоким КПД до **109%** • Рассчитан на круглосуточный срок службы при **полной мощности в течение 20 лет***

* Средняя продолжительность срока службы котлов марки FRISQUET



Модуляционная горелка **FLATFIRE®**

с низким уровнем выбросов NO_x (класс 6) • Устройство **READ®** для автоматического контроля смешивания воздух/газ



ECO RADIO SYSTEM Visio®

Многозональная цифровая автоматика управления для абсолютного комфорта...

- Модульное и полностью беспроводное решение
- Простое управление отоплением (до 3-х контуров)
- 25% экономии энергии
- Дистанционное управление с помощью устройства и приложения **Frisquet Connect**



ГВС 3 ЗВЕЗДЫ ...

- ГВС высокого качества • FRISQUET — лидер в области производства ГВС
- Моментальная подача ГВС при стабильной температуре
- Постоянное наличие большого объёма воды в режиме накопления



www.frisquet.com

ООО «ФРИСКЕ РУС» • 125040 • Российская Федерация
Москва • 3-я ул. Ямского Поля, д. 28

Kiturami

Kiturami становится ближе к российскому потребителю

В июле 2020 года в России было открыто официальное торговое представительство корейского холдинга Kiturami Group — компания ООО «Китурами Рус».

Компания Kiturami была основана в 1962 году в Южной Корее, и на сегодняшний день является одним из крупнейших мировых производителей отопительного оборудования. На сегодняшний момент в состав холдинга Kiturami Group входят 16 производственных, научно-исследовательских и финансовых компаний в Южной Корее, Китае, Турции.



Ежегодно компания производит более одного миллиона котлов. В России продукция Kiturami появилась ещё в 1996 году. В течение многих лет компания занимает в Российской Федерации первое место по продажам дизельных котлов.

Целью новой торговой компании является усиление позиций Kiturami на российском рынке, развитие технической и маркетинговой поддержки клиентов, вывод на рынок новых видов продукции. Планируется значительно расширить модельный ряд, в первую очередь за счёт новых моделей газовых настенных котлов.

В 2021 году Kiturami планирует предложить своим российским партнёрам новые услуги и виды поддержки, например, бесплатную доставку товара. В планах компании также фигурирует улучшение снабжения запчастями, проведение большого количества семинаров и вебинаров.

Grundfos

Grundfos открыл собственный музей промышленной истории компании



В здании штаб-квартиры Grundfos в Дании открылся музей промышленной истории компании «Музей Grundfos — Фабрика», в котором представлена коллекция уникального оборудования. Экспозиция показывает вклад концерна Grundfos в создание современного индустриального общества.

Музей расположен на территории завода компании в городе Бьеррингбро. Он занимает два этажа общей площадью более 1600 м². В экспозиции представлено более чем 150 уникальных экспонатов, созданных инженерами концерна за его 75-летнюю историю в разное время. Жемчужина экспозиции — «Карусель», огромная машина для изготовления деталей циркуляционных насосов, выпущенная в 1972 году. В своё время она счи-

талась эталонным средством производства насосного оборудования. Её можно вновь запустить, нажав на кнопку. Среди других новаторских решений — одни из первых в мире электрических элементов управления, литейные инструменты весом около тонны, роботы и самый маленький в мире логотип Grundfos. Музей расположен на месте первой мастерской основателя Grundfos Поля Ду Йенсена (Poul Due Jensen). Здесь в 1945 году началась история концерна. Именно в этих помещениях, восстановленных и приспособленных под выставочные площадки, многие технологии впервые увидели свет. Музей изначально создавался для сотрудников и клиентов Grundfos, однако в первые выходные каждого месяца он будет работать для всех желающих.



BAXI

Старт продаж BAXI ECO Nova 31F



Новая модель настенного котла базируется на уже хорошо зарекомендовавшей себя платформе ECO Nova, имеет такую же панель управления и электронную плату. Однако у неё очень много общего с легендарной моделью котлов BAXI Luna-3 310Fi, например, увеличенный медный теплообменник и корпус увеличенного размера, горелка, камера сгорания, элементы системы дымоудаления и датчики безопасности котла.

BAXI предложила рынку доступный котёл мощностью 31 кВт. Данная модель была разработана специально для России с учётом требований отечественного рынка и сочетает в себе такие качества, как привлекательная цена, надёжность, простота в установке, эксплуатации и обслуживании. Модель ECO Nova 31F относится к классу оборудования с оптимальным соотношением цены и качества. Внутри котла установлено два отдельных теплообменника на отопление и ГВС, насос Grundfos с напором водяного столба 6 м, латунная гидравлическая группа, расширительный бак ёмкостью 10 л, а также газовый клапан и электронная плата Honeywell.



Новый Vitovent 300-W

Осенью текущего года Viessmann представил в России обновлённую систему централизованной вентиляции Vitovent 300-W для частных домов и квартир. Новые установки на 20% экономичнее по электропотреблению, производительность младшей модели выросла до 325 м³/ч, рекуперация тепла согласно EN 308:1997 достигает 99%.

Технология рекуперации во многом помогает достижению необходимых норм энергоэффективности при строительстве многоквартирных и частных домов. Принцип эффективности закладывался и в проработке вопросов монтажа и обслуживания: новые Vitovent 300-W выпускаются в левом и правом исполнениях, что упрощает раскладку воздуховодов. Система стала компактнее (0,27 вместо 0,31 м³), вес установки всего 41 кг, она легко монтируется на стену. При необходимости полностью разбирается без применения инструментов — отвёртка используется только для снятия крышки.



Специалисты обращают отдельное внимание на инженерные решения, которые позволяют новому Vitovent 300-W улучшать качество подаваемого воздуха: встроенный нагревательный элемент, обеспечивающий работу вентиляционной установки при отрицательных температурах, теперь имеет более развитое ребрение. Это позволяет уменьшить температуру поверхности нагревателя и не пересушивать воздух, подаваемый в помещение. В новых моделях в комплект поставки входит улучшенный сухой сифон, предотвращающий попадание запахов из канализационной системы в вентиляцию при любых режимах эксплуатации.

Новая централизованная вентиляция Vitovent 300-W питается от бытовой электросети. Установку можно напрямую связать с контроллером теплового насоса или использовать отдельный выносной пульт управления. Система управления позволяет пользователю задавать производительность системы вручную или настраивать недельные программы.

Премьера новой итальянской насосной станции E.Sybox MAX

В начале декабря состоялась премьера нового насоса E.Sybox MAX. Эта высокопроизводительная насосная станция итальянского производителя DAB Pumps на сегодняшний день является флагманом линейки E.Syline.



За счёт повышенной мощности насос удовлетворяет все потребности пользователей систем водоснабжения в зданиях высотой от одного до 25 этажей. К преимуществам E.Sybox MAX относятся компактность, обеспечиваемая модульностью конструкции и степень защиты двигателя от воды и пыли IPX5. Основные параметры насосной станции: расход до 17,4 м³/ч, напор — 113 м, максимальное входное давление — 5 бар, максимальное рабочее давление — 12 бар (1200 кПа).

E.Sybox MAX предназначена для работы при максимальной температуре окружающей среды +55°C. Тип перекачиваемой жидкости: чистая, не загрязнённая твердыми или абразивными веществами, неагрессивная, не кристаллизованная и химически нейтральная с температурой не выше +50°C. Диспетчеризация насосной станции возможна со смартфона, а также посредством протокола Modbus.



Рекордный рост мощностей ветроэнергетики

Согласно новому прогнозу GWEC, рост установленной мощности ветровых электростанций в мире в 2020 году достигнет рекордного уровня. В текущем году будет добавлено 71,3 ГВт ветроэнергетических мощностей — 64,8 ГВт на суше и 6,5 ГВт на море. В 2019 году было построено 60,4 ГВт — 54,3 ГВт наземных и 6,1 ГВт офшорных ветровых электростанций. Актуальный прогноз на 6% ниже предсказаний GWEC, опубликованных до пандемии. Тем не менее, 71,3 ГВт — это новый и впечатляющий рекорд. Прежний был зафиксирован в 2015 году, когда в мире ввели в эксплуатацию 63,8 ГВт. Разница составляет 7,5 ГВт! GWEC также считает, что сектор ветроэнергетики находится на траектории высокого роста. Так, на 2021 год прогнозируется 78 ГВт новых установок, а в период с 2020 по 2024 годы будет добавлено 348 ГВт. Отметку в 1 ТВт установленной мощности сектор должен перешагнуть в 2025 году.

Трамп в очередной раз раскритиковал Парижское соглашение по климату

Президент США Дональд Трамп на сессии саммита «Группы двадцати» (G20) по вопросам сохранения экосистемы планеты снова раскритиковал Парижское соглашение по климату. Он отметил, что не пошёл бы на то, чтобы лишить американцев миллионов рабочих мест. Кроме того, он отказывается направлять триллионы долларов самым злостным загрязнителям окружающей среды. В качестве контраргумента он перечислил меры по защите окружающей среды, которые были приняты в годы его президентства. Трамп уверен, что программа Байдена в случае её реализации уничтожит компании США, которые работают в сфере «чистого угля» и добычи газа. Парижское соглашение ставит целью не допустить к концу века повышения температуры более чем на 2°C (лучше на 1,5°C) по сравнению с доиндустриальным периодом.

Энергетика

Павел Сниккарс назначен замминистра энергетики РФ

Распоряжением Председателя Правительства РФ Михаила Мишустина от 28 ноября 2020 года №3146-р заместителем Министра энергетики РФ назначен Павел Сниккарс. Он будет курировать вопросы развития электроэнергетики и теплоснабжения.

Павел Сниккарс в 2000 году окончил Сибирскую академию государственной службы по специальности «Государственное и муниципальное управление» и в 2005 году — Сибирский университет потребительской кооперации по специальности «Юриспруденция». Кандидат экономических наук. До назначения на должность заместителя министра энергетики Павел Николаевич с 2013 года возглавлял Департамент развития электроэнергетики Минэнерго России. С 1997 года работал на различных позициях в энергокомпаниях, в том числе в открытых акционерных обществах «Новосибирскэнерго», «Сибирьэнерго», «ОЭК», а также НП «Совет рынка».

ВИЭ

ЕС хочет перевести энергетику на морские электростанции

Евросоюз к 2050 году может почти полностью перейти на энергоснабжение от электростанций, расположенных в море. Еврокомиссия предлагает ЕС инвестировать в эту цель за предстоящие 30 лет около €800 млрд.

Чтобы помочь достичь цели Евросоюза по обеспечению климатической нейтральности к 2050 году, Европейская комиссия сегодня представляет Стратегию ЕС в отношении морских возобновляемых источников энергии. Стратегия предлагает увеличить мощность морской ветроэнергетики в Европе с нынешнего уровня 12 ГВт до 60 ГВт к 2030 году. И до 300 ГВт — к 2050 году. Мощности же приливных и волновых электростанций предлагает увеличить до 40 ГВт.

Еврокомиссия предлагает стратегию Европейского союза по превращению морских возобновляемых источников энергии в ключевой компонент энергетической системы Европы к 2050 году.

Uponor

Обновление ревизий в системах Uponor НТР и Decibel

В результате инновационной разработки продукта создан новый и улучшенный патрубок для прочистки, чтобы дополнить канализационные системы Uponor НТР и Uponor Decibel. Новая конструкция обеспечивает безопасность эксплуатации при случайном повышении давления в системе внутренней бытовой канализации и внутренних водостоках и повышенную герметичность для длительного срока службы. Новый фитинг является обтекаемым изнутри, что делает его максимально герметичным и бесшумным, так как сточные воды не сталкиваются с горизонтальным ответвлением.

Viessmann

Новинка – инверторные тепловые насосы Vitocal 300-G от Viessmann



Рассолно-водяные тепловые насосы (ТН) Vitocal 300-G мощностью до 16 кВт — это новая разработка Viessmann на базе технологии инверторного регулирования компрессора. Оборудование имеет один из самых высоких для своего класса сезонных коэффициентов преобразования — 5,64. Один киловатт тепла обходится потребителю дешевле: на 27,5% по сравнению со стандартными грунтовыми ТН и в 5,5 раза — по сравнению с электрическими отопительными котлами. Инженерные решения, использованные при создании Vitocal 300-G, обеспечивают повышенную надёжность оборудования.

Две линейки тепловых насосов объединяет не только наличие встроенного ТЭНа — переключение между отоплением и нагревом горячей воды в Vitocal 300-G и 200-G осуществляется встроенным трёхходовым переключающим клапаном. Монтажные решения обеих серий тоже идентичны: обшивки ТН предварительно смонтированы, а присо-

ВИЭ

Джон Керри займётся вопросами климата при президенте Байдене

Кандидат на пост президента США Джо Байден назвал имена тех, кто займёт ключевые позиции в его администрации. Об этом говорится 23 ноября в сообщении на сайте штаба политика. Как следует из сообщения, госсекретарём США Байден назначит Энтони Блинкена, постоянным представителем при ООН станет Линда Томас-Гринфилд. Советником по безопасности демократ назначит Джейка Салливана. Бывший госсекретарь США Джон Керри при Байдене будет заниматься вопросами климата. Назначение Джона Керри подчёркивает, насколько серьёзное внимание Джо Байден намерен уделять вопросам климата и, как следствие, развитию ВИЭ.

единительные трубы первичного и вторичного контура подключаются сверху, то есть оборудование можно ставить вплотную к стене.

За счёт плавного регулирования мощности есть возможность отказаться от установки буферной ёмкости.

Сразу «из коробки» новый Vitocal 300-G уже может работать на один прямой отопительный контур. Тепловой насос способен выдать +65 °С даже при температуре источника тепла в первичном контуре –10 °С. Контроллер позволяет подключать до трёх отопительных контуров (в том числе до двух со смесителями), контуры ГВС и охлаждения. Температурные границы Vitocal 200-G поскромнее: на +65 °С эти модели выходят при температуре источника тепла в первичном контуре 0 °С, но при этом поддерживают объединение до пяти тепловых насосов в каскад.

Гарантия на Vitocal 300-G и обновлённую линейку Vitocal 200-G составляет два года. Оборудование уже доступно для приобретения в России.





Финал Восьмого чемпионата «Лучший сантехник. Кубок России» завершён

Завершился финал Восьмого чемпионата «Лучший сантехник. Кубок России». В результате главный приз 300 тыс. руб. получила команда из Челябинска.

На втором месте оказалась команда из Сургута. Замкнули тройку призёров сантехники из Волгограда, которые выиграли также дополнительный конкурс на 150 тыс. руб. от генерального партнёра чемпионата — компании LD. Всего в финале приняли участие девять лучших сантехнических бригад с Ямала, из Карелии, Башкирии и других регионов страны.

В этом году чемпионат впервые проводился без зрителей и шоу-программы, однако организаторам всё же удалось удивить участников. Прямо на улице, перед входом в Южно-Уральский государственный технический колледж, их встречали музыканты, которые играли на сантехнических трубах.

По словам главного организатора чемпионата «Лучший сантехник. Кубок России», генерального директора ТД «Сантех-Урал» Сергея Ермакова, символично, что десять лет назад первый конкурс на звание лучшего сантехника тоже проходил в колледже. На то время во всём городе-миллионнике не было студентов, желающих учиться на сантехников. Чтобы привлечь внимание молодёжи к этой профессии, организаторы провели конкурс

среди нескольких управляющих компаний города на площадке Челябинского техникума промышленности и городского хозяйства им. Я.П.Осадчего. Буквально через год техникуму набрал группу из 20 будущих сантехников. Сегодня такие группы уже есть в трёх учебных заведениях Челябинска.



С 2012 года ежегодно в Челябинск приезжают лучшие представители этой профессии и показывают своё мастерство. В этом году в качестве практического задания финалистам предлагалось за 20 минут смонтировать инсталляцию и подвесной унитаз, провести к нему канализацию и установить современный датчик антипротечки. В теоретической части у участников проверялось знание строительных и санитарных норм.

Лучше всего с этими заданиями справились Мансур Хасанов и Денис Биткулов, которые представляли на чемпионате Челябинск. Неслучайно Челябинск славится как город рабочих профессий, а недавно на центральной улице города появился канализационный люк с надписью «Челябинск — столица сантехников». ●

XIX Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология»

В Санкт-Петербурге 19 ноября 2020 года при информационной поддержке журнала СОК прошёл XIX Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология».



Приветствуя участников форума, президент Национального объединения изыскателей и проектировщиков (НОПРИЗ), народный архитектор России, академик РАХ Михаил Посохин отметил, что энергоэффективность объекта начинается с проекта, с закладывания в него соответствующих энергосберегающих технологических и инженерных решений.

«Отечественному архитектурно-проектному сообществу необходимо идти в ногу со временем, — подчеркнул Михаил Посохин. — Применение энергоэффективных решений, цифровизация стройки, использование технологий информационного моделирования помогут отрасли ускорить темпы возведения объектов, повысить их качество, а также решить поставленные Президентом России Владимиром Путиным в Майском указе задачи».

Участники форума в ходе дискуссии отметили важность фактора работы с заказчиком при принятии решений о применении в проекте энергоэффективных технологий.

«Убедить заказчика в перспективной выгоде использования энергосберегающих технологий на этапах проектирования и монтажа объекта очень важно, — подчеркнул вице-президент НОПРИЗ Александр Гримитлин. — Необходимо показать их эффективность. И наглядно сде-

лать это можно на примере наиболее продолжительного этапа жизненного цикла объекта — стадии эксплуатации».

При этом в ходе дискуссии было отмечено, что энергоэффективными могут считаться только те технологии, которые приводят к энергосбережению, к реальной экономии ресурсов и финансов.

Так, об успешной практике применения автономного теплового пункта «АТП-ТермаРОН» на объектах различного назначения рассказал участникам конгресса вице-президент Национального агентства малоэтажного и коттеджного строительства (НАМИКС) Валерий Казейкин.



Далее участники конгресса подчеркнули, что для выявления и внедрения реально работающих энергоэффективных технологий, а также для актуализации нормативной базы все национальные объединения (НОСТРОЙ, НОПРИЗ, НОЭ) должны работать в плотной связке с профильным министерством. И подобная работа уже активно ведётся.

«Сегодня наступило время, когда задачи нормотворчества должны одновременно решать вопросы энергоэффективности, экологии и обеспечения здоровья нации, — обратил внимание участников конгресса вице-президент, координатор НОПРИЗ по СЗФО Александр Гримитлин. — Поэтому основными векторами работы национальных объединений в совершенствовании нормативной базы являются снижение бюрократических барьеров, грамотная реализация программы регуляторной гильотины и внедрение инновационных и цифровых технологий».



Фото с конгресса 4 марта 2019 года.



❖ Михаил Посохин, президент НОПРИЗ, академик РАН



❖ Александр Гримитлин, вице-президент, координатор НОПРИЗ



❖ Георгий Литвинчук, генеральный директор «Литвинчук Маркетинг»



❖ Василий Потёмкин, управляющий директор АНО АПИ

Полностью поддержал коллегу вице-президент Национального объединения организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (НОЭ) Леонид Питерский.

«В правительстве страны есть понимание важности данного триединства, и за последнее время при активном участии профессионального сообщества и нацобъединений был принят ряд актов,

направленных на совершенствование нормативной базы», — констатировал Леонид Питерский.

Тема совершенствования нормативной базы была продолжена на пленарной сессии конгресса в выступлении генерального директора консорциума «Логика-Теплоэнергомонтаж» Павла Никитина.

«Сегодня перед профессиональным сообществом стоит задача в кратчайшие

сроки разработать предложения по разработке стандартов в области теплоснабжения, применения цифровых технологий в теплосетях, — заявил Павел Никитин. — И, хотя времени у нас всего месяц с небольшим, практикующие участники рабочей группы уже подготовили ряд предложений».

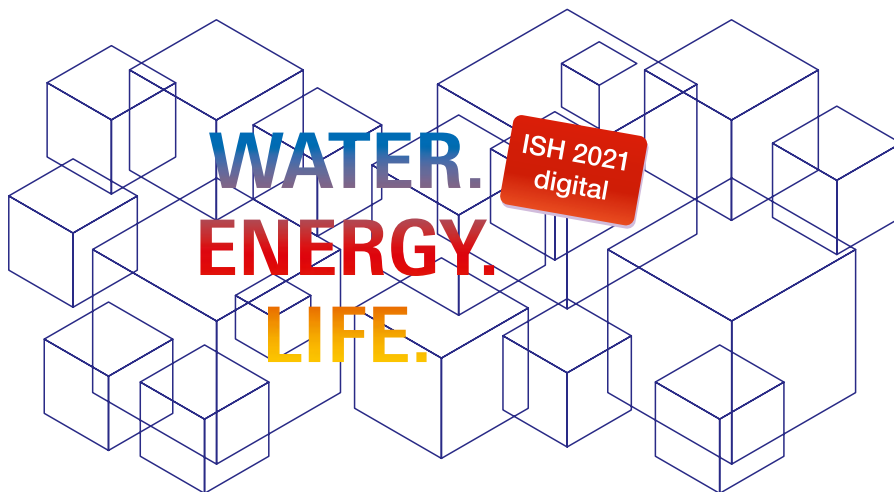
Озвученные далее в докладе инновации заинтересовали впервые принимающего участие в конгрессе управляющего директора Агентства Дальнего Востока по привлечению инвестиций и поддержке экспорта Василия Потёмкина. В своём выступлении он рассказал о концепции привлечения частных инвестиций в развитие распределённой генерации, в том числе на основе ВИЭ, в удалённых и изолированных энергорайонах региона и Арктической зоны РФ.

По завершении пленарной сессии деловую программу конгресса продолжили научно-практическая конференция «Коммерческий учёт энергоносителей» и тематические секции.

Отметим, что в XIX Международном конгрессе «Энергоэффективность. XXI век. Архитектура. Инженерия. Цифровизация. Экология» приняли участие в очном и онлайн форматах около 500 слушателей. ●



❖ Выступление Павла Никитина, генерального директора «Логика-Теплоэнергомонтаж»



«Качество внутренней среды» станет главной темой на предстоящей ISH-2021 digital

ISH-2021, ведущая мировая выставка в области водоснабжения, отопления и кондиционирования воздуха, пройдет с 22 по 26 марта 2021 года в цифровом формате. В ходе мероприятия будет поднято множество интересных и актуальных вопросов. Центральным среди них — о качестве внутренней среды. Эта тема охватывает комфорт, гигиену и качество воздуха в помещениях.

**ISH2021
WIR
SIND
DA!**

Офисы, административные здания и места проведения мероприятий, рестораны, кинотеатры, театры, универмаги, магазины, супермаркеты, развлекательные заведения или промышленные объекты... Всё это — места, где люди проводят большое количество времени, и где системы вентиляции и кондиционирования воздуха создают постоянное ощущение комфорта, поддерживают необходимую температуру и влажность в помещении в соответствии с текущими требованиями, а воздух остаётся чистым и свежим. В технических регламентах, стандартах и инструкциях говорится о «тепловом комфорте» и «качестве внутренней среды» (Indoor Environmental Quality, IEQ), которые включают несколько параметров.

стем вентиляции и кондиционирования воздуха:

- температура в помещении от 20°C зимой до 26°C летом;
- уровень влажности от 40% зимой до 60% летом;
- движение воздуха со скоростью менее 0,2 м/с в местах скопления людей, чтобы исключить любую возможность возникновения сквозняков.

В зависимости от типа деятельности, которой заняты люди (тяжёлая физическая активность, высокий уровень концентрации) и от того, насколько легко или тепло они одеты, фактические «целевые значения» уровня комфорта в данный момент времени могут незначительно отличаться от предписанных цифр.



Тепловой комфорт во внутренних помещениях — другими словами, субъективная удовлетворенность людей условиями в данном пространстве, — в значительной степени зависит от температуры и уровня влажности.

Следующие значения перечисленных параметров считаются подходящими для обеспечения хорошего качества внутренней среды и обычно используются при проектировании большинства си-

Кроме того, стоит вопрос об обеспечении желаемого уровня качества воздуха. Воздух в помещении может приобретать неприятный запах и загрязняться летучими соединениями, источаемыми потолками, стенами и полами, а также мебелью и другими предметами интерьера, не говоря уже о загрязняющих веществах, выделяемых в результате работы оборудования, и углекислого газа (CO₂), выдыхаемого людьми.



В качестве индикатора и базового уровня для достоверно приемлемого качества воздуха, установленного во многих стандартах и руководящих принципах, обычно принимается содержание CO_2 в 1000 ppm — как, например, указано в стандарте DIN EN 16798 «Воздействие на окружающую среду в помещении», а также — в немецких правилах организации рабочего места ASR 3.6 «Вентиляция». Если концентрация CO_2 в воздухе достигает уровня более 2000 ppm, правила ASR 3.6 предусматривают принятие в таких чрезмерно загрязнённых помещениях дополнительных мер по модернизации системы вентиляции.

Как и в стандарте DIN EN 16798, в последних технических регламентах приемлемой нормой считается уровень CO_2 в 1000 ppm. Для обеспечения хорошего качества воздуха они рекомендуют при проектировании систем вентиляции и кондиционирования предусмотреть расход воздуха от 30 до 50 м³/ч на человека, что соответствует одной-двум сменам воздушной среды в помещении, в зависимости от предназначения объекта. Поступающий воздух должен подвер-

гаться качественной фильтрации в вентустановке (для удаления пыли и, при необходимости, загрязняющих газов), доводиться до необходимой температуры (нагреваться или охлаждаться), увлажняться



оболочки организма и увеличивает риск заражения бактериями и вирусами. Есть и другие факторы, такие как проникновение пыли и уличный шум, а также потенциально недостаточный поток наружного воздуха через комнату.

Ни одна из этих проблем не возникает при использовании системы вентиляции, которая направляет постоянно фильтруемый, нагретый или охлаждённый воздух в жилые помещения и в то же время удаляет загрязнённый. Отсюда следует, что круглогодично хорошее качество воздуха в помещении может быть достигнуто только за счёт использования механической вентиляции.

Помимо температурных требований, для поддержания удовлетворительного качества воздуха в помещении также необходимо соблюдение VDI 6022. ●



В России введён национальный стандарт для накопителей энергии

В России введён национальный стандарт для накопителей энергии, разработанный «Роснано» и Новосибирским государственным техническим университетом (НГТУ НЭТИ).

С начала ноября в РФ начали действовать первые национальные стандарты для проектирования, испытания и эксплуатации накопителей электроэнергии высокой мощности. Нормы были разработаны сотрудниками компании «Системы накопления энергии» («СНЭ», проект группы компаний «Роснано») совместно с Новосибирским государственным техническим университетом (НГТУ НЭТИ) при поддержке Фонда инфраструктурных и образовательных программ «Роснано». Приказ о введении стандартов опубликован на сайте Росстандарта, он вступил в силу 1 ноября 2020 года. Стандарты распространяются в том числе на системы, которые предназначены для автономной работы с возможностью присоединения к электрической сети.

Главные задачи применения новых отечественных стандартов — интеграция накопителей в единую энергосистему и создание развитой инфраструктуры электронной генерации.

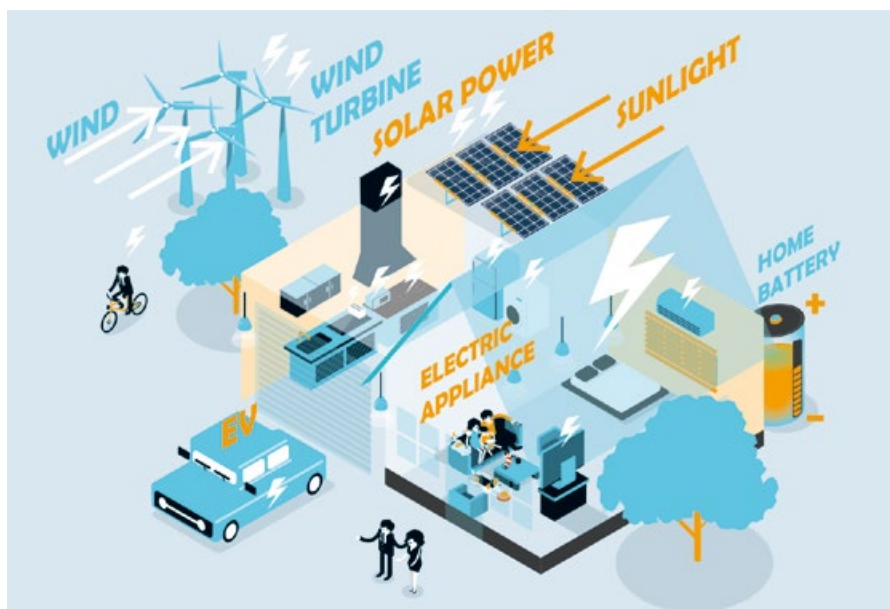
«Рынок накопителей энергии в России только формируется, поэтому генерирующие компании, предприятия и сетевые компании совместно с научным сообще-

ством создают оптимальный образ систем накопления, их структурный состав, выполняемые функции, решают вопросы электромагнитной совместимости с общепромышленной сетью и автономными нагрузками. Наши стандарты дают ответы на эти вопросы. Если накопитель

С начала ноября в РФ начали действовать национальные стандарты на проектирование и эксплуатацию накопителей электроэнергии высокой мощности

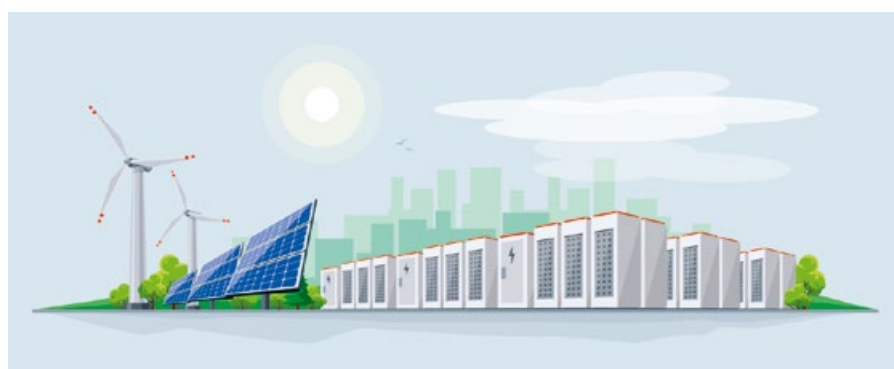


сделан по разработанным стандартам, то его можно подключать к общей сети, не опасаясь, что он что-нибудь испортит», — рассказывает один из разработчиков СНЭ, ведущий инженер-конструктор Института силовой электроники Новосибирского государственного технического университета Дмитрий Коробков. Предполагается, что введение стандартов снимет эту проблему и ускорит темпы внедрения накопителей энергии в России.



Другая проблема, которую решит введение стандартов, — это коммуникация между заказчиком и производителем накопителей. «Иногда заказчик и исполнитель говорят на разных языках. Например, энергоёмкость накопителя может быть “номинальной” и “нормированной”, это разные значения, заказчик имеет в виду первую, а производитель — вторую. Мы разработали чёткую терминологию, единые показатели работы накопителей, чтобы не происходило путаницы», — говорит руководитель отдела продаж компании «СНЭ» Роман Фролов.

Инженеры и специалисты компании «Системы накопления энергии» и Регионального центра нормативно-технической поддержки инноваций Новосибирской области при Новосибирском государственном техническом университете НЭТИ адаптировали существующие международные требования к проектированию, монтажу и испытаниям устройств, которые предъявляются к участникам рынка производителей систем накопле-



ния энергии. Новосибирские разработчики смогли приспособить стандарт под российскую нормативно-правовую базу, что позволит накопителям выйти на международный рынок.

Гармонизированные с документами Международной электротехнической комиссии (IEC) стандарты помогут строить конструктивный диалог между разработчиками, проектировщиками и заказчиками, сократить их временные и трудовые ресурсы путём применения апроби-

рованных на практике норм и требований, необходимых для проектирования, строительства и эксплуатации современных систем накопления энергии.

Сейчас для обеспечения постоянного энергоснабжения в отдалённых населённых пунктах на севере России строятся солнечно-дизельные электростанции, которые сочетают в себе два способа получения электроэнергии. Это делает энергоснабжение бесперебойным. В таких установках используются специальные накопители, компенсирующие неравномерность выработки энергии, требования для которых впервые были разработаны новосибирскими инженерами из «СНЭ» и НГТУ НЭТИ.

В 2019 и 2020 годах первые российские накопители энергии высокой мощности были запущены на солнечно-дизельных электростанциях ГК «Хевел» в Туве и Башкирии. В ближайшее время планируется установка накопителей на станциях Чуколки, Якутии и Красноярского края.

Необходимость формирования нормативной базы в России в сфере систем накопления электрической энергии обусловлена интенсивным развитием этой отрасли. «Если традиционные типы накопителей выполняли в электроэнергетике лишь вспомогательные функции, то современные накопители энергии претендуют на место одного из важнейших элементов энергосистем. При этом основные типы накопителей энергии, которые достигли наибольших и наилучших характеристик, — это накопители на базе литий-ионных аккумуляторных батарей», — комментирует директор Института силовой электроники, профессор НГТУ НЭТИ Сергей Харитонов.

В 2021 году планируется продолжить работы по формированию гармонизированной нормативной базы, обеспечивающей комплексное развитие отрасли систем накопления электрической энергии в России, в том числе через разработку документов по стандартизации, учитывающих специфику российского рынка. ●



ТЕСЕprofil — продуманная конструкция и простой монтаж вот уже 25 лет!

Проектирование или переоборудование санузлов и ванных комнат всегда относилось к весьма традиционному направлению. Чёткие требования к расположению, гидроизоляции, типу используемых материалов значительно сокращали диапазон возможных решений. Сегодня, когда на рынке недвижимости множество объектов реализуются на стадии черновой отделки и уже существующие постройки подлежат реконструкции, оборудовать сантехническую зону не представляется столь сложным процессом.

Зачастую клиент отказывался от изменений, поскольку они означали привлечение сразу нескольких специалистов и поставщиков: каркасные системы, инженерный расчёт, подбор подходящего оборудования и последующий монтаж, запуск всей системы в целом. Теперь всё решается одной высококвалифицированной командой, обладающей широкими возможностями для применения в каждом индивидуальном случае.

Ванная комната — это особо сложный объект, в котором пересекаются интересы и потребности сразу нескольких направлений: здесь сконцентрировано большинство коммуникаций, используются различные технологии и материалы и каждый требует к себе особого внимания с момента проектирования. Ограниченное пространство наполняется с учётом жёстких требований, и только современные высокотехнологичные решения способны решить проблемы «узких зон» с соблюдением всех стандартов.

На протяжении вот уже более 25 лет ТЕСЕprofil является лучшей системой, позволяющей сокращать количество «проблемных мест» и удовлетворять пожелания клиентов.

Широкий диапазон применения каркасной системы «сухого» монтажа стеновых модулей ТЕСЕprofil простирается от обычной фальшстены с унитазом и раковиной до отдельно стоящих стен и пере-

Ванная комната — особо сложный объект, в котором пересекаются множество интересов и потребностей: здесь сконцентрировано большинство коммуникаций, используются различные технологии и материалы и каждый требует к себе особого внимания

городок, оснащённых модулями с обеих сторон, что позволяет осуществлять зонирование пространства с применением существующих технических требований:

- модули для писсуаров с ручным или электронным управлением;
- модули для раковин различной высоты, включая модули с возможностью установки водосчётчиков, модули со скрытым сифоном, модули для кухонных моек;
- модули для унитазов различных моделей, в том числе модуль для лиц пожилого возраста, модуль для детских садов и модуль для унитазов-биде;
- модули для душа любой сложности для смесителей скрытого и наружного монтажа;
- модули для биде с различной монтажной высотой;
- застенные бачки и монтажные комплекты для унитаза, раковины или писсуара, без рамы для прямого монтажа в несущей конструкции ТЕСЕprofil.





Помимо оптимизации коммуникаций и оборудования зон хранения, установка фальшстен расширяет возможности дизайна помещения и обеспечивает:

- **эргономику и практичность** — полки, стеллажи или светодиодные полосы можно интегрировать изначально, избегая переделок по ходу отделочных работ;
- **скрытый монтаж** — коммуникации скрыты и защищены, на первом плане функциональность и удобное функциональное пространство;
- **универсальность** — одна планировка, много возможностей: технологии и творчество позволяют реализовать любые задачи по индивидуальному проекту;
- **вариабельность** — монтаж перед капитальной или гипсокартонной стеной, отдельно стоящий вариант, в часть высоты или во всю высоту помещения, только в качестве обшивки шахты или как перегородка с сантехникой — с помощью TЕСEprofil нет ограничений в применении и использовании конструкций.



:: TЕСEprofile — техника, которую не видно, но без которой не обойтись



:: Монтажный модуль для унитазов TЕСEprofile Geronto с опорными откидными поручнями



В таких помещениях фальшстены TЕСEprofil обеспечивают:

1. **Больше места и больше возможностей.** Фальшстены во всю высоту помещения для сантехнического оборудования создают отдельное пространство. В этой стене также можно легко поместить вентилятор и вентиляционные каналы.
2. **Применения модуля для раковины со скрытым сифоном,** который позволяет установить раковину, под которую можно подъехать на кресле-коляске.
3. **Надёжную фиксацию.** Например, модуль для унитаза Geronto установлен в фальшстене перед капитальной стеной. Опорные откидные поручни крепятся к модулю на специальных стальных пластинах, что обеспечивает особые надёжность и безопасность конструкции для использования людьми с ограниченными возможностями.

В чём секрет универсальности каркасной системы ТЕСЕprofil?

Прочность и надёжность каркасной системы «сухого» монтажа стенных модулей ТЕСЕprofil обусловлены ювелирными расчётами и точным инженерным подходом к созданию необходимой конструкции. При этом тысячи разнообразных решений создаются при использовании всего трёх основных деталей:

1. Угловое соединение ТЕСЕprofil:

- надёжное соединение двух отрезков профиля или крепление к раме застенного модуля;
- простой монтаж благодаря продуманной конструкции.

2. Труба из профиля ТЕСЕprofil:

- повышенная безопасность в случае пожара благодаря закрытому профилю из оцинкованной стали;
- усиленные ребра жёсткости обеспечивают впечатляющие прочностные характеристики.

3. Крепёжный уголок ТЕСЕprofil:

- регулируется по глубине и высоте;
- компенсирует отклонения на капитальной и гипсокартонной стене.



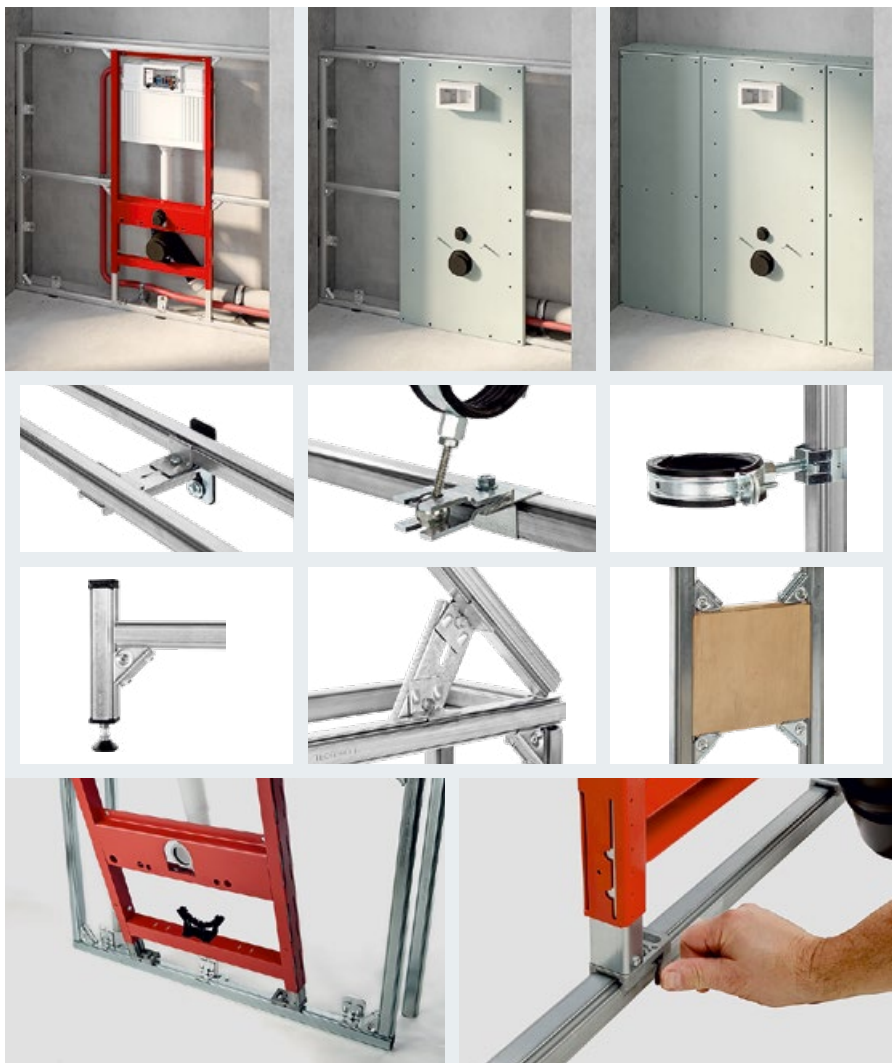
Прочность и надёжность системы ТЕСЕprofil обусловлены ювелирными расчётами и точным инженерным подходом к созданию необходимой конструкции. При этом тысячи разнообразных решений создаются всего тремя основными деталями

Таким образом создаются различные вариации каркасных систем, позволяющие укомплектовать любую ванную комнату в частном доме или в коммерческом (общественном) помещении с учётом стандартов для каждой отдельной категории.

Специальные детали для сложных задач

Для специального крепления труб, использования уклонов крыш или также для экономии материала созданы специальные детали ТЕСЕprofil. Они облегчают работу и существенно дополняют систему. Это позволяет выполнить практически любое конструктивное требование и реализовать самую многошаговую и сложную задачу:

- двойное крепление — для одновременного крепления двух профильных труб каркасной системы ТЕСЕprofil (без промежуточного распора) на конструкции, например, для фальшстен в часть высоты помещения;
- опора для отдельно стоящих стен;
- универсальное бесступенчатое соединение для любого угла, отличного от 90°;
- шарнирное крепление в несущей конструкции ТЕСЕprofil позволяет установить практически все углы и положения;
- крепёжная скоба для крепления резьбовой шпильки с резьбой М8 и М10;
- соединение отрезков профильных труб ТЕСЕprofil в направлении оси;
- вставная ножка ТЕСЕprofil — регулируемая по высоте ножка оснащена заглушкой с резиновым основанием и используется для обеспечения безопасного и равномерного распределения нагрузки;
- монтажная пластина для дополнительных вмонтированных элементов;
- пластина из влагостойкой фанеры для прочного крепления, например, зеркальных шкафов и анкеров ванн.





TECEsmartwall – конфигуратор для эффективного проектирования

Собственная разработка — конфигуратор TECEsmartwall — прост в использовании и интуитивно понятен: несколько шагов позволяют получить тендеры, коммерческие предложения, подробные спецификации и точную калькуляцию. При использовании этого программного обеспечения пользователь получает возможность решения задач любой сложности, оперируя актуальными данными и профессиональными знаниями, доступными партнёрам TECE.

Преимущества конфигуратора TECEsmartwall очевидны: онлайн-доступность без необходимости установки; совместимость с мобильными устройствами; актуальность ассортимента; быстрое конструирование санитарных стен; создание тендера и коммерческого предложения — на выбор; создание чертежей стен с размерами; вывод данных в формате GAEB; создание списков деталей, материалов и расчётов; отсутствие затрат на обновление и обслуживание.

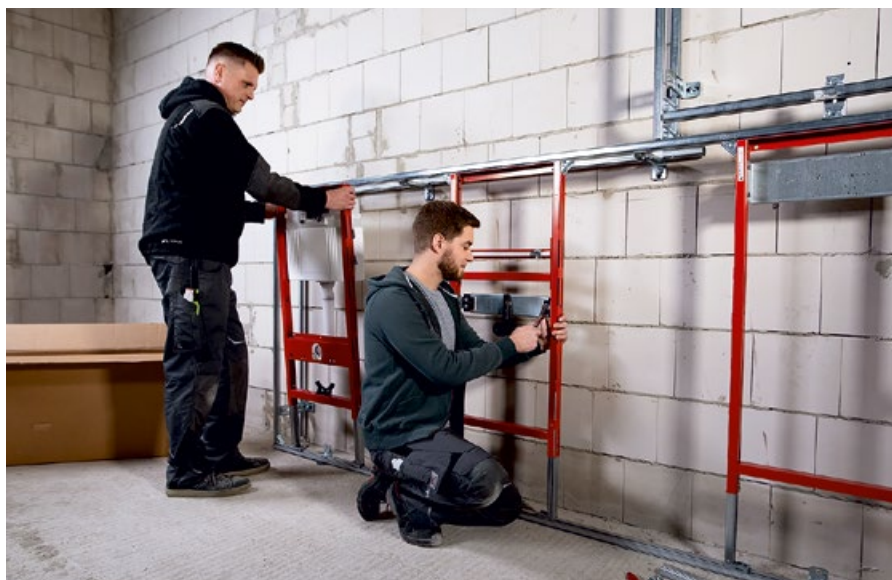
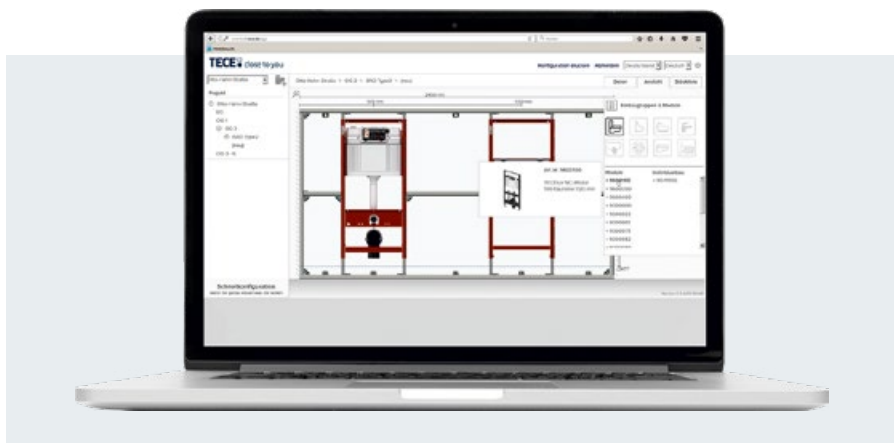
Просто. Быстро. Чисто. Безопасно.

Звукоизоляция и противопожарная защита, прочность и, что немаловажно, гигиена питьевой воды составляют основу безопасной эксплуатации недвижимости. Именно здесь «умная» система TECEprofil демонстрирует весь свой потенциал, поскольку она должна отвечать всем этим требованиям одновременно. Регулярные лабораторные испытания и дополнитель-

ная экспертная сертификация материалов гарантируют безопасность всех материалов и готовых решений от TECE*.

Как и для противопожарной защиты, для звукоизоляции также важно взаимодействие всех компонентов. И здесь система TECEprofil тоже служит основой для уменьшения механического и воздушного шума. В серии испытаний звукоизоляции перед капитальными и гипсокартонными стенами системы были квалифицированы для повышенных требований к звукоизоляции.

Компания TECE существует с 1955 года и была основана практиками: конструкторское бюро за 65 лет выросло в компанию полного цикла с представительскими по всему миру. Над оптимизацией и расширением возможностей специалистов и потребителей работают настоящие профессионалы, способные обеспечить инженерными решениями, а также необходимыми материалами и оборудованием высочайшего качества. Десятилетия опыта, базирующегося на тесной связи с потребителем, дают TECE неоспоримое преимущество в работе — множе-



ство новых продуктов родилось именно благодаря вниманию к мнению и потребностям клиента. Девизом компании является основной принцип подхода к работе: «Это можно сделать лучше, быстрее, легче, более привлекательным».

Благодаря немецкой чёткости, вниманию к деталям и особой ответственности за свою работу, все предлагаемые решения стали эталоном на профессиональном рынке и всё больше потребителей используют нестандартные варианты оборудования санитарных зон с применением продукции TECE. ●

* Примечание: стандартные детали TECEprofil могут использоваться для создания несущих перегородок в соответствии с требованиями противопожарной защиты от F30 до F120. При этом соответствующие требования имеют решающее значение для толщины слоя минеральной ваты и допустимых встроенных элементов.



⌘ Одноклеточные зелёные микроводоросли — хлорелла обыкновенная (*Chlorella vulgaris*)

Влияние фитопланктона на формирование качества воды и методы его удаления. Часть 2*

Рецензия эксперта на статью получена 10.01.2019 [Expert review on the article received on January 10, 2019].

* Продолжение. Начало см. журнал СОК №2/2019.

Поступление микроводорослей с природной водой приводит к увеличению нагрузки на водопроводные сооружения, коагуляции загрузки фильтров, сокращению продолжительности фильтроцикла и, как следствие, к увеличению расхода воды на собственные нужды. Кроме того, при хлорировании воды, содержащей фитопланктон, в большинстве случаев образуются токсичные тригалогенметаны.

В отечественной и мировой практике водоподготовки снижение численности фитопланктона (микроводорослей) достигается несколькими технологическими приёмами — предотвращением развития микроводорослей, удалением фитопланктона и продуктов его жизнедеятельности и разложения.

К методам, позволяющим предотвратить развитие микроводорослей, относятся физические, химические и биологические методы.

Одним из эффективных и известных методов борьбы с цветением водоёмов является аэрация. Применение различных устройств, таких как аэрационный столик, аэратор роторного типа (рис.1), дождевальная установка, имеющая малую производительность, аэраторы «Винт», «Ёрш», Aqua-Pilz и др., позволяет за счёт

искусственного насыщения воды воздухом повысить концентрацию растворённого кислорода.

Для водоёмов, имеющих небольшой объём воды, применяется интенсивное перемешивание воды, препятствующее скоплению особенно сине-зелёных водорослей у поверхности воды и снижению их роста за счёт недостатка света, и отно-

В практике водоподготовки снижение численности фитопланктона (микроводорослей) достигается несколькими приёмами: предотвращением развития микроводорослей, удалением фитопланктона и различных продуктов его жизнедеятельности и разложения

сительно дешёвый метод непосредственного удаления верхнего, не перемешивающегося с водой слоя водорослей с помощью сетей для скимминга (skimming) [1].

В этом случае необходим постоянный контроль транспортировки, складирования и переработки сине-зелёных водорослей, как токсичных или опасных отходов.

УДК 628.16. Научная специальность: 05.23.04.

Влияние фитопланктона на формирование качества воды и методы его удаления. Часть 2

Ж. М. Говорова, д.т.н., профессор, кафедры «Водоснабжение и водоотведение», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ, г. Москва); **О. Б. Говоров**, к.т.н., ведущий научный сотрудник, ООО «Научно-технический центр «Фонсвит» (г. Балашиха); **А. В. Елсуков**, к.т.н., доцент, кафедры «Теплоэнергетика и водоснабжение на транспорте», Российский университет транспорта [РУТ (МИИТ), г. Москва]

Статья посвящена анализу различных методов предотвращения интенсивного развития фитопланктона и его непосредственного удаления из природной воды. Рассмотрен отечественный и зарубежный опыт применения механической фильтрации с использованием микрофильтров и дисковых сит, напорной флотации и объёмного фильтрования через префильтры с плавающей пенополистирольной загрузкой. Приведены результаты исследований процесса удаления микроводорослей, которые легли в основу проектирования и строительства водопроводных очистных сооружений.

Ключевые слова: природные воды, фитопланктон, запах, методы очистки воды, микрофильтры, дисковые сита, объёмная фильтрация, префильтры, флотация.

UDC 628.16. The number of scientific specialty: 05.23.04.

The influence of phytoplankton on the formation of water quality and methods of its removal. Part 2

Zh. M. Govorova, Doctor of Engineering, Professor, the Department of Water Supply and Wastewater Disposal, National Research Moscow State University of Civil Engineering (MGSU, Moscow city); **O. B. Govorov**, PhD, leading researcher, "Fonsvit" Scientific-Technical Center", JSC (Balashikha city); **A. V. Elskov**, PhD, Associate Professor, the Department of Heat and Water Supply in Transport, Russian University of Transport [RUT International (MIIT), Moscow city]

The article is about various methods for preventing the intensive development of phytoplankton and its direct removal from natural water. It is devoted to consider some domestic and foreign experience in applying mechanical filtration using microfilters and disk sieves, pressure flotation and volumetric filtration through pre-filters with floating polystyrene foam loading. There are results of research on the process of removing microalgae, which formed the basis for the design and construction of industrial water treatment plants.

Key words: natural waters, phytoplankton, smell, water purification methods, microfilters, disk sieves, bulk filtration, prefilters, flotation.

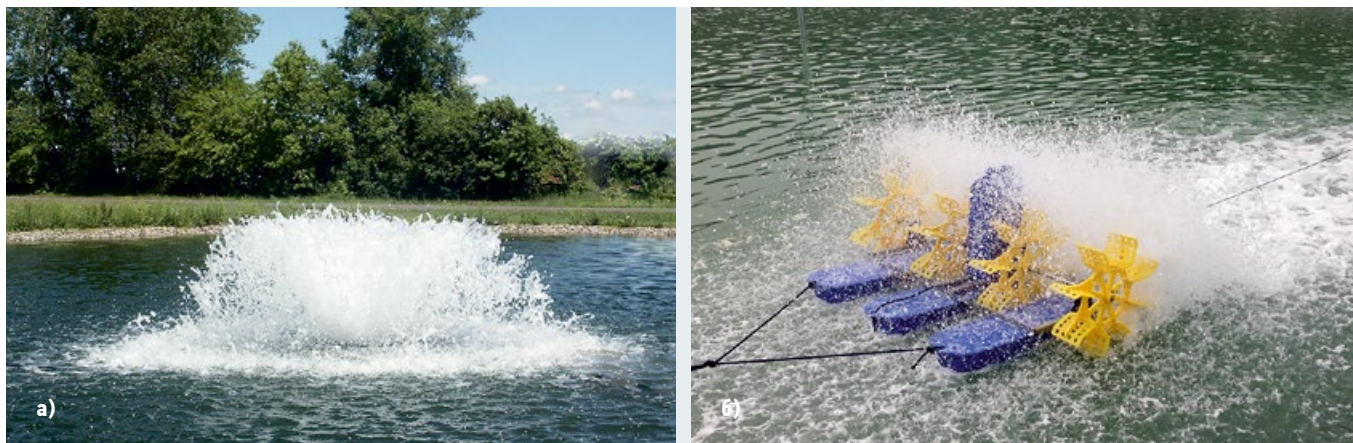


Рис. 1. Устройства для механической аэрации (а — аэрационный стол, б — аэратор роторного типа)

Кроме того, ведутся исследования в области воздействия на клетки фитопланктона высоких давления (более 4 МПа) и температуры, ультразвука и ультрафиолетового излучения (преимущественно для небольших искусственных водоёмов) и разработка плавающих установок.

Химические методы, основанные на использовании пестицидов, альгицидов (производных карбамида) и медного купороса с дозами от 0,3–1,5 мг/л в зависимости от типа водоёма позволяют уничтожать или предотвращать рост клеток фитопланктона. Однако область применения таких методов ограничивается инерционностью и потенциальной опасностью ядохимикатов, как для гидробионтов, так и водопотребителей.

Особенностью биологических методов предотвращения развития протокок-

ковых, диатомовых и сине-зелёных водорослей является использование растительноядных рыб, таких как белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*), тилапия, карась и др., и макрофитов (тростник, камыш), которые создают конкуренцию к доступу питательных веществ и благоприятные условия для зоопланктона, питающегося фитопланктоном, который препятствует проникновению солнечного света и затеняет поверхность близлежащих участков водоёма.

Проведённый патентный поиск в области способов предотвращения развития фитопланктона и его подавления в поверхностных источниках питьевого водоснабжения показал, что перспективным является введение в водоём цианофагов и бактериальных агентов, например, суспензии зелёной микроводоросли *Chlorella*

vulgaris и *Brevibacillus laterosporus*. При внедрении способа на практике следует учитывать как возможность случайных взаимодействий, так и развитие устойчивости сине-зелёных водорослей к цианофагам.

Обзор зарубежных литературных источников показал, что для обработки природной воды, содержащей микроводоросли в значительных количествах, рекомендуется применять технологии, приведённые в табл. 1 [2].

В практике водоподготовки для удаления микроводорослей нашла распространение механическая фильтрация с использованием микрофильтров и дисковых сит DynaDisc; напорная реагентная и безреагентная флотация; объёмное фильтрование, реализуемое в фильтрах различных конструкций с использованием кварцевого песка, антрацита, цеолита, вспененного пенополистирола и др.

Опыт применения микрофильтров для удаления фитопланктона показывает, что они часто используются в составе водопроводных очистных сооружений. Эффективность микрофильтров в большинстве случаев зависит от видового состава фитопланктона, морфологических особенностей, условий питания и роста.

Микрофильтры, устанавливаемые в самом начале технологического процесса, предназначены для удаления фито- и зоопланктона, а также крупных взвешенных частиц. Общий вид промышленных микрофильтров показан на рис. 2.

Технологии обработки воды, содержащей микроводоросли

табл. 1

Технология	Эффективность, %	
Микропроцеживание	40–70	
Фильтрация совместно с коагуляцией и флокуляцией	90–98	
Отстаивание + фильтрация	без предварительного окисления	95–99
	после предварительного хлорирования	99–99,9
	после предварительного озонирования	97–99,8
Флотация + фильтрация	без предварительного окисления	96–99
	после прехлорирования или предварительного озонирования	99–99,9
Предокисление + осветление + постозонирование + сорбция на гранулированном активном угле	99,9–99	
Отстаивание/флотация + мембранное разделение	> 99,9	



Рис. 2. Общий вид микрофильтра со стальной (а, б) и нетканой сеткой (в)

Микрофильтр представляет собой постоянно вращающийся сетчатый барабан, размещаемый во входной камере и оборудованный промывным устройством. Размер ячеек сетки от 20 до 60 мкм. Фильтрация воды в направлении «изнутри наружу» происходит под действием гравитационных сил и не прекращается во время промывки микрофильтров очищенной или обеззараженной водой, либо водой, прошедшей через микрофильтр.

Эффективность удаления фитопланктона на микрофильтрах колеблется в широких пределах и составляет от 30 до 85%. В табл. 2 в качестве примера приведены результаты экспериментальных исследований по очистке воды от микроводорослей на микрофильтре с сеткой в свету 40×40 мкм [3]. Полученные данные свидетельствуют о том, что чем больше удельная производительность и численность фитопланктона, тем ниже эффект очистки воды.

На водопроводных очистных сооружениях Zawada, Zielona Góra (Польша) производительностью 20 тыс. м³/сут. (рис. 3) установлены микрофильтры (микросита) с размером ячеек сетки 10×10 мкм [4].



•• Рис. 3. Водопроводные очистные сооружения Zawada (Польша)

Микрофильтры характеризуются простотой конструкции, их применение ограничивается необходимостью постоянной промывки, высокими затратами электроэнергии, кольтматацией разбрызгивателей и сетки, большими габаритами и малой производительностью

Кроме предварительного удаления фитопланктона вода подвергается реагентной обработке тонкослойным отстаиванием с последующим двухступенчатым фильтрованием, корректировкой pH и обеззараживаем диоксидом хлора.

В воде реки Обжица (Obrzyca), являющейся притоком реки Одер в Польше, преобладают диатомовые и сине-зелёные водоросли, максимальная концентрация которых наблюдается в мае. Эффективность удаления фитопланктона на микрофильтрах в период его массового развития варьирует от 21 до 93% (табл. 3). Наряду со снижением численности фитопланктона после микрофильтрации наблюдается улучшение качества очищаемой воды и по другим показателям (табл. 4). Процент проб с уменьшением значений показателей после процесса микрофильтрации составляет в среднем от 13 до 92%.

Несмотря на то, что современные микрофильтры характеризуются простой конструкцией, их применение ограничивается необходимостью постоянной промывки сетчатых элементов, существенными затратами электроэнергии, кольтматацией разбрызгивателей и сетки, большими габаритами и малой производительностью.

Метод механической фильтрации с использованием микрофильтров DynaDisc, обладающих в отличие от обычных барабанных микрофильтров компактностью при большой производительности, заключается в пропуске обрабатываемой воды через совокупность горизонтальных вращающихся фильтрующих дисков из легкоёмных кассет с фильтровальной мембраной, располагающихся на центральном валу (роторе) и частично (на 60%) погруженных в очищаемую воду, с размерами ячеек от 10 до 100 мкм.

•• Эффективность [%] очистки воды от водорослей (*Stephanodiscus hantzchia*) табл. 2

Удельная производительность, л/(с·м ²)	Численность фитопланктона, тыс. кл/мл	
	4,8–5,7 (ноябрь)	19,9–61,7 (апрель)
6,7	н.д.	13,5
9,0	62,0	10,0
11,3	42,0	7,0
13,3	31,0	5,0
15,3	25,0	3,5
16,7	22,5	3,0
18,0	21,0	3,0

•• Численность планктона и эффективность фильтрации табл. 3

Вид	Численность фитопланктона, тыс. кл/л		Эффективность очистки, %
	до микрофильтрации	после микрофильтрации	
Общее количество, в том числе	7,646–1059,756	1,607–256,802	21–93
— сине-зелёные водоросли	165–394,355	0–256,802	9–100
— диатомовые водоросли	2,022–914,033	562–243,964	15–94
— зелёные водоросли	297–58,258	30–10,733	8–98
— другие	471–67,984	41–6,799	29–95

•• Физико-химический состав речной воды до и после микрофильтрации табл. 4

Показатель	Исходная вода	Вода после микрофильтрации
Водородный показатель pH	7,55–8,27	7,10–8,20
Растворённый кислород, мг-О ₂ /л	2,63–13,08	0,43–13,98
Цветность, мг-Pl/л	25–60	28–50
Мутность, мг/л	1,18–32,8	0,86–14,78
Аммонийный азот, мг/л	0,11–1,31	0,11–0,78
Взвешенные вещества, мг/л	2,3–18,2	1,4–10,0
Проводимость, мкСм/см	578–726	546–725
Химическое потребление кислорода (ХПК), мг/л	7,24–12,9	7,18–11,48

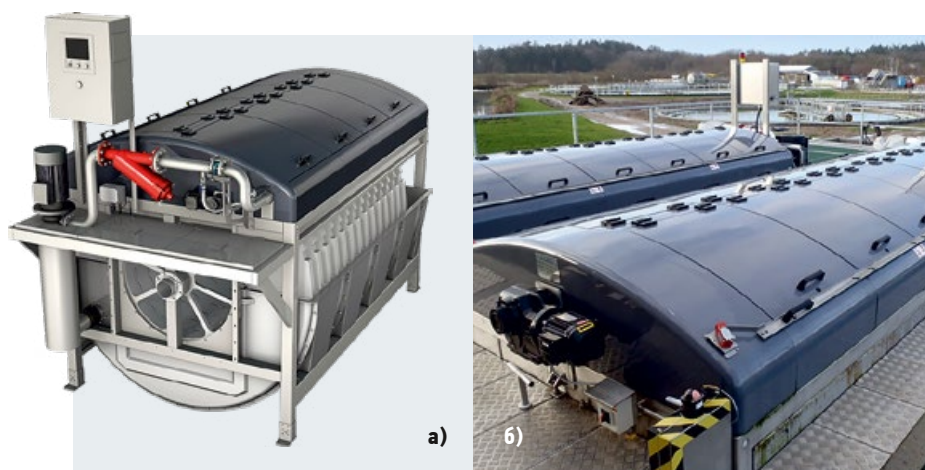


Рис. 4. Микрофильтры DynaDisc (а — отдельно стоящий, б — встроенный)

Микрофильтры DynaDisc могут выполняться в виде отдельных или встроенных в бетонный резервуар установок (рис. 4), с предварительной реагентной обработкой или без неё.

Пилотные испытания автоматического самопромывного дискового микрофильтра DynaDisc с полиэфирной сеткой с размером ячеек 10 и 18 мкм проводились в России в периоды интенсивного развития фитопланктона, характеризующегося различным видовым составом на водопроводных очистных сооружениях АО «Мосводоканал» [5], МУП «Волжский Водоканал» (город Волжский) и станции подготовки воды «Пруд-Ижевск» МУП «Ижводоканал» (город Ижевск) [6].

Было установлено, что в целом эффективность удаления фитопланктона при оптимальных условиях зависит как от видового состава фитопланктона, так и его соотношения. Переход на мелкоячеистую сетку и предварительную реагентную обработку исходной воды флокулянтom или совместно и коагулянтom, и флокулянтom позволяет предотвратить проросок фитопланктона в очищенную воду и повысить эффективность удаления микроводорослей в 1,2–1,4 раза при одновременном увеличении энергозатрат.

При очистке маломутных природных вод с повышенным содержанием не только микроводорослей, но и гуминовых веществ за рубежом широкое распространение нашла напорная флотация [7].

Схема напорной флотации состоит из системы насыщения воздуха и флотационной установки, от эффективности функционирования которых зависят получаемые качественные показатели процесса.

В табл. 5 приведены результаты оценки эффективности флотационной очистки воды системой подготовки воды (СПВ) «Пруд Ижевск» [8]. Эксперименты проводились в условиях, когда рецикл водовоздушной смеси составлял 25%, а доза флокулянта — 0,5 мг/л. Отбор воды для

Переход на мелкоячеистую сетку и предварительную реагентную обработку исходной воды флокулянтom или совместно и коагулянтom, и флокулянтom позволяет предотвратить проросок фитопланктона в очищенную воду и повысить эффективность удаления микроводорослей в 1,2–1,4 раза

эксперимента производился непосредственно с камеры хлопьеобразования станции водоподготовки после добавления следующих реагентов: коагулянта дозой 16 мг/л (по Al_2O_3), хлора дозой 1,3 мг/л, сульфата аммония дозой 0,1 мг/л и порошкового активированного угля дозой 7 мг/л. Было установлено, что флотационная очистка обеспечивает удаление

95–99% загрязняющих веществ, тем самым многократно уменьшая нагрузку на песчаные фильтры. Концентрация флотошлама достигается на уровне 69%, увеличивается фильтроцикл и сокращается количество промывной воды [8].

На станции водоподготовки Caprarola (Италия) установлена система очистки речной воды от фитопланктона производительностью 140 м³/ч, состоящая из напорной флотационной установки, скорых фильтров с песчаной загрузкой, адсорбентов, фильтров с гранулированным оксидом железа и блока обеззараживания гипохлоритом натрия [9]. Эффективность очистки воды от фитопланктона составляет от 93 до 98% при максимальном содержании в исходной воде *Planktothrix R.* численностью 250 тыс. кл/мл (ноябрь) и *Arhanizomonon o.* численностью 2,7 тыс. кл/мл (ноябрь — декабрь).

В составе большинства технологических схем очистки воды на заключительной стадии применяются фильтровальные сооружения различных типов: крупнозернистый, двухслойный скорый фильтр, двухпоточный фильтр Академии коммунального хозяйства (АКХ) с загрузками из кварцевого песка, антрацита и др. Эффективность очистки природной воды в фильтрах в периоды сезонного развития фитопланктона не однозначна и зависит, как от характеристик фильтрующих слоёв, режима работы фильтров, так и качества очищаемой воды.

Наиболее опасными для работы фильтров являются диатомовые водоросли. По сравнению с другими типами фильтров наибольшие преимущества в отношении снижения численности фитопланктона имеет фильтр с двухслойной загрузкой, состоящей из песка и антрацита, при этом допустимая численность фитопланктона в воде перед фильтрами не должна превышать 1500 кл/мл.

Одним из перспективных методов удаления микроводорослей является объёмное нисходящее фильтрование через предварительный фильтр (далее по тексту префильтр) [3, 10]. Отличительными особенностями префильтра являются работа в безреагентном режиме и использование пенополистирольной плавающей загрузки, обладающей рядом преимуществ по сравнению с традиционной загрузкой из кварцевого песка: плотность загрузки меньше плотности воды, высокая развитая удельная поверхность и грязеёмкость, промывка при обосновании осуществляется без применения промывных насосов, не требуется дополнительный объём для хранения воды в резервуарах чистой воды (РЧВ) на промывку и др.

Эффективность флотационной очистки воды

табл. 5

Показатель	Исходная вода	Очищенная вода
Запах, балл	2/3	0/0
Мутность, мг/л	5,61	0,65
Цветность, град.	50,8	8,75
Окисляемость, мг O/л	12,65	5,05
Остаточный алюминий, мг/л	Отс.	0,23
Численность фитопланктона, тыс. кл/мл	137,84	0,33

На рис. 5 показана модель предварительного фильтра и фрагмент фильтрующей загрузки из гранул вспененного пенополистирола марки ПСВ-С.

Проведённые авторами на речной воде реки Дон (рукав Б. Каланча) исследования показали, что эффективность удаления микроводорослей и снижение их биомассы зависит не только от численности и видового состава последних, но в большей степени от скорости восходящего фильтрования (табл. 6). На префильтре одновременно реализуется и безреагентное осветление воды. В толще загрузки задерживаются преимущественно минеральные взвешенные вещества. Эффект осветления может достигать 10–35% при исходном содержании взвеси до 42 мг/л. Применение крупногранульной загрузки, место установки префильтра в водозаборном узле в начале технологической схемы и требуемая степень очистки воды от фитопланктона и взвешенных веществ 25–30% обуславливают продолжительность фильтроцикла от 12 ч до пяти суток [10]. Промывка префильтра осуществляется нисходящим потоком очищенной воды. Было установлено, что основная масса задержанных загрязнений после фильтроцикла продолжительностью 48 ч выносилась в первые шесть минут промывки при её интенсивности $\approx 35 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$



Рис. 5. Предварительный фильтр в составе экспериментального стенда (а) и фрагмент фильтрующей загрузки с задержанными клетками микроводорослей (б)

и относительном расширении слоя загрузки не менее 30% (рис. 6).

Результаты испытаний, явившихся основой для разработки проекта водозаборно-очистных сооружений (150 тыс. м³/сут.), показали, что применение префильтра в периоды массового развития микроводорослей позволяет снизить нагрузку на основные сооружения, улучшить качество воды и уменьшить интенсивность запаха, а также предотвратить образование тригалогенметанов.

Эффективность работы префильтра на речной воде

табл. 6

Численность фитопланктона, тыс. кл/л	Эффект очистки, %		Биомасса фитопланктона, мг/л		Эффект очистки, %
	речная вода	вода после префильтра	речная вода	вода после префильтра	
Скорость фильтрования 15 м/ч					
28,32	19,50	31	98,44	31,40	68
Скорость фильтрования 30–35 м/ч					
30,72 / 18,24 / 9,68	15,98 / 10,12 / 7,4	48 / 44 / 24	66,64 / 26,45 / 16,04	31,6 / 13,24 / 7,8	53 / 50 / 50
Скорость фильтрования 50 м/ч					
30,72 / 14,20	19,00 / 10,46	38 / 26	66,64 / 34,20	34,16 / 18,76	49 / 50

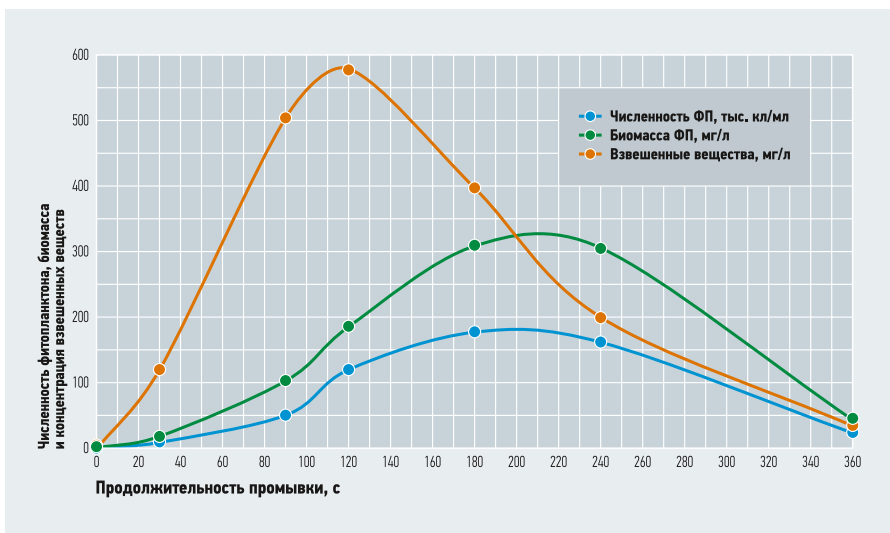


Рис. 6. Кинетика выноса клеток водорослей, биомассы и взвешенных веществ при промывке

Массовое развитие микроводорослей (фитопланктона), увеличение его численности и биомассы носит сезонный характер, оказывая существенное влияние на качество природной воды, в частности, способствуя повышению мутности и перманганатной окисляемости воды.

Выполненный авторами для поверхностного водоисточника корреляционный анализ показал связь между численностью фитопланктона и его биомассой, перманганатной окисляемостью и температурой. Продукты жизнедеятельности фитопланктона, особенно в летне-осенний период года, являются причиной землистого и болотистого запаха, интенсивность которого может достигать трёх баллов, и при хлорировании речной воды создают условия для образования канцерогенных тригалогенметанов.

Разнообразие методов предотвращения развития и удаления фитопланктона обусловлено его видовым составом, морфологическими особенностями, условиями питания и роста. Выполнен анализ физических, химических и биологических методов предотвращения развития фитопланктона и рассмотрена эффективность очистки воды от микроводорослей на сооружениях механической фильтрации, работающих в реагентном и безреагентном режимах и напорной флотации. Приведены результаты исследований процесса очистки воды от фитопланктона, подтверждающие целесообразность применения префильтра в составе технологической схемы.

- Cobo F. Métodos de control de las floraciones de cianobacterias en aguas continentales. *Limnetica*. 2015. No. 34 (1). Pp. 247–268.
- Технический справочник по обработке воды. Т. 1 / Пер. с фр. — СПб.: Новый журнал, 2007. 1696 с.
- Журба М.Г. Водоочистные фильтры с плавающей загрузкой. — Вологда: Научное издание, 2011. 536 с.
- Piontek M., Czyżewska W. Efficiency of drinking water treatment processes. Removal of phytoplankton with special consideration for cyanobacteria and improving physical and chemical parameters. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2012. Vol. 21. No. 6. Pp. 1797–1805.
- Козлов М., Арутюнова И., Ягунков С., Арбузов Р., Абрамов С., Басихин П. Перспективный метод удаления фитопланктона Эффективность микрофильтрации на дисковых фильтрах при очистке воды поверхностных водоисточников // *ВодаMagazine*, 2014. №8. С. 5–8.
- Дудкин Е.В., Самсонова С.П. Удаление фито- и зоопланктона методом микрофильтрации // *Водоснабжение и санитарная техника*, 2012. №1. С. 29–33.
- Дрбоглав Й., Долейш П. Использование флотации при очистке воды, опыт по первой системе флотации, реализованной в Чешской республике // *Вода и экология*, 2006. №2. С. 33–41.
- Помосова Н., Бурмакин И. Водовоздушная смесь против водорослей // *ВодаMagazine*, 2011. №9. С. 32–35.
- Sorlini S., Biasibetti M., Gialdini E., Arioli E. Monitoraggio e rimozione di cianobatteri, cianotossine e arsenico nell'impianto di potabilizzazione di Caprarola (VT). *Università degli Studi di Brescia*, 2013. 107 p.
- Говорова Ж.М., Петров Ю.В., Говоров О.Б. Технология очистки воды из водоисточников с повышенными антропогенными нагрузками (обоснование, разработка, внедрение) // *Водоснабжение и санитарная техника*, 2014. №2. С. 37–45.

References — see page 78.

ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

Kailon — инновационный и экологичный продукт

Наш корреспондент удостоился большой чести — взять интервью у человека, основавшего в 1994 году группу корейских компаний Kyung Hyung — г-на Чанга, генерального директора Kyung Hyung Industrial. Сегодня компания производит около 35 тыс. км трубной изоляции в год.

Интервью подготовлено пресс-службой компании «ИСТЭК» (EASTEC) и редакцией журнала СОК

❖ **Господин Чанг, ваша компания уже более 20 лет производит инновационную теплоизоляцию Kailon на основе молекулярно-сшитого полипропилена. Почему вы стали налаживать выпуск каучуковой изоляции?**

г-н Чанг: Kyung Hyung Industrial, производящая Kailon, заняла лидирующую позицию на рынке Кореи, и мы решили выйти на мировой рынок. Мировая тенденция — использование каучуковой изоляции. Это был вызов для нас, а я очень люблю вызовы. А ещё люблю быть в авангарде новых технологий. В том числе благодаря этому в 2012 году была основана компания Kyung Hyung Cell, производящая Kaiflex. Причина появления Kyung Hyung Cell — желание развивать новый тренд. Для меня теплоизоляция — это не только стройматериал. Во-первых, я хочу добиться глобальной экономии энергии, повышая энергоэффективность зданий. Во-вторых, распространяя нашу экологически безопасную изоляцию по всему миру, я защищаю экологию Земли. Эти две главные движущие силы вдохновляют меня создавать новый мир с нашей теплоизоляцией.

❖ **Какой объём трубной теплоизоляции вы поставляете на корейский рынок?**

г-н Чанг: В случае Kyung Hyung Cell продажи каучукового Kaiflex за прошлый год составили около 11 миллионов долларов. Внутренний рынок Kailon по-прежнему намного больше: годовой оборот Kyung Hyung Industry выше почти в три раза.

❖ **Впечатляет! Было ли трудно выйти на международный рынок? Насколько я знаю, корейская бизнес-модель очень специфична и консервативна.**

г-н Чанг: У меня было огромное желание и уверенность в качестве нашей продукции. Путём долгих проб и ошибок мы получили отличный продукт. Нам пришлось пройти множество внутренних и международных серти-



❖ **Завод Kyung Hyung Industrial в Южной Корее**

фикационных испытаний, и Kaiflex был высоко оценён международными экспертами за свои великолепные качества. Также я хотел бы, чтобы мир узнал о Kailon больше. В Корее это очень популярный продукт. Более 20 лет многие крупные строительные компании, такие как Samsung и Hyundai, используют его с большим успехом. Мы надеемся, что и зарубежный рынок оценит Kailon, когда узнает его лучше.

❖ **Как вы вышли на российский рынок?**

г-н Чанг: Kyung Hyung два года назад стала участницей выставки корейских производителей, на которой нам посчастливилось встретиться с компанией EASTEC, нашим эксклюзивным российским дистрибьютором, и во время визита в Россию в 2018 году мы подписали первый контракт.

❖ **Мы слышали, что ваша компания получила несколько титулов, как производитель инновационной и экологичной продукции. Расскажите об этом.**

г-н Чанг: Их довольно много, но самые ценные — от правительства Южной Кореи. Это «Новый превосходный продукт» (New Excellent Product, NEP) и «Новая превосходная технология» (New Excellent Technology, NET). Данный сертификат может получить только одна компания из отрасли — лучшая!

В глобальном масштабе я бы отметил получение сертификата FM Approvals на огнестойкость (США). При подготовке я участвовал в лабораторных испытаниях и готовил весь пакет документов со своими сотрудниками. Другой — UL Green Guard Gold, сертификат защиты окружающей среды. Недавно мы получили новый сертификат UL (UL ECV 2282 и 2283). Это подтверждение антибактериальных и противогрибковых свойств. Мы первая компания, получившая этот сертификат в нашей отрасли.

❖ **Вы строгий начальник? Вы — типичный генеральный директор с точки зрения корейского и международного делового сообщества?**

г-н Чанг: Думаю, наши сотрудники должны ответить на этот вопрос. Тем не менее, я стараюсь быть удобным человеком для своих сотрудников. Я стараюсь проводить с ними больше времени в неформальной обстановке, а также ставить себя на их место. И надеюсь, что отличаюсь от классического консервативного гендиректора большой корпорации. ●



❖ **Г-н Чанг (Chang), генеральный директор Kyung Hyung Industrial (слева), и Сергей Казаченко, генеральный директор компании ООО «ИСТЭК» (EASTEC), на подписании контракта**



Зимний комфорт в загородном доме без центрального отопления

Современный коттедж невозможно представить без разнообразных инженерных систем, призванных обеспечить удобство проживания на долгие годы. В российском северном климате особенное значение стоит уделить выбору системы отопления. От её функционирования зависит не только комфорт жителей, но и их здоровье, сохранность имущества и затраты на содержание дома.

Итак, что нужно сделать, чтобы система отопления не выходила из строя как можно дольше? Во-первых, выбрать качественную и современную, например, от европейского производителя Pipelife («Пайплайф»). Во-вторых, стоит продумать всю цепочку движения тепла от источника до каждого отопительного прибора. На стадии проектирования следует ответить на следующие вопросы: «*что будет генератором тепла и где он будет расположен?*», «*как тепло попадёт от источника тепла в помещения коттеджа?*», «*сколько систем отопления и какого типа запланировано?*» и, наконец, «*как они будут управляться?*».

Источниками тепла могут быть централизованные тепловые сети или отопительный котёл на жидком, твёрдом или газообразном топливе. Часто наряду с основным источником тепла в систему отопления устанавливают дополнительный — для сезонной экономии или на случай поломки основного. Это могут быть тепловые насосы, солнечные панели и электрические котлы.

Каскад из двух и более котлов — ещё одно распространённое решение. Подобная конструкция решает сразу несколько проблем. Если один агрегат вышел из строя, второй продолжает работать. Увеличивается срок службы оборудования.

А ремонт и обслуживание котла можно произвести без остановки второго. Немаловажно, что и стоимость ремонта будет снижена.

Если источник тепла находится за пределами коттеджа, необходимо предусмотреть прокладку теплотрассы до дома. Какими характеристиками она должна обладать? Прежде всего быть надёжной и хорошо теплоизолированной. Иметь большой срок службы и быть способной выдерживать высокие температуры (до +90°C). Идеальным решением являются гибкие теплоизолированные трубы Terrendis от Pipelife, которые соответствуют самым высоким требованиям, а также обладают рядом дополнительных достоинств. Эти трубы мало весят и компактны, обладают высокой гибкостью. Отдельно упомянем ненамокаемую вспененную теплоизоляцию (99% замкнутых пор). Важное качество для загородных домов — минимальная глубина заложения (всего 0,5 м), самокомпенсация температурных удлинений и простая технология монтажа бригадой из двух-трёх человек.

В одном гофрированном кожухе могут располагаться до четырёх несущих труб из РЕ-Ха: подающая и обратная трубы отопления, третья — для подачи горячей воды, четвёртая — для возврата горячей воды (она обеспечивает циркуляцию).



⌘ Гибкие теплоизолированные трубы Terrendis (до четырёх несущих труб из РЕ-Ха)



Высокая гибкость — важная особенность таких труб. Это качество приобретает принципиальное значение, когда на пути теплотрассы стоят деревья, постройки или столбы. Труба Terrendis просто огибает их «змейкой». Таким образом, сохраняется ландшафт, насаждения и постройки на участке.

Если решение продумано, то можно переходить к следующему шагу — реализации плана. Осталось совсем немного. «Всего лишь» составить техническое задание, создать проект и подобрать необходимое оборудование. Не стоит расслабляться и на финальном этапе при монтаже и пусконаладочных работах.

Внутри коттедж может быть оборудован несколькими системами отопления: поверхностным (напольным, настенным, потолочным), радиаторным и воздушным отоплением. Эти системы отопления применяют как по отдельности, так и в сочетании друг с другом.

Наиболее комфортные условия для проживания создаёт напольное отопление. Температура поверхности пола составляет 22–25°C, а температура воздуха на уровне головы — 19–20°C. Подобное распределение температуры по высоте помещения считается оптимальным для человека при длительном пребывании в помещении.

Если выбор пал на напольное отопление для коттеджа, то стоит отметить несколько его неоспоримых достоинств. Значительная часть теплообмена при напольном отоплении происходит излучением (более 50%), поэтому в помещениях отсутствует циркуляция пыли. Сокращается количество бактерий, плесени и различных пылевых клещей (сапрофитов). Рабочие поверхности сохраняют низкую температуру, поэтому отсутствует опасность ожогов. Тёплый пол, его гигиеничность и безопасность особенно актуальны, если в семье владельца жилья

есть дети, которые, как правило, много времени проводят за игрой на полу.

Водяное напольное отопление — наиболее экономичное в эксплуатации, позволяющее сократить расходы на топливо/энергию на 8–15% по сравнению с традиционным радиаторным. Это достигается за счёт снижения средней температуры воздуха в помещении на 2°C и использования низкотемпературного теплоносителя, температура которого составляет +35...+45°C по сравнению с +70°C при радиаторном отоплении. А также за счёт автоматического управления, которое поддерживает индивидуальную температуру в каждом помещении.

Значительная часть теплообмена при напольном отоплении происходит излучением, поэтому в помещениях отсутствует циркуляция пыли. Сокращается количество бактерий, плесени и различных пылевых клещей (сапрофитов). Рабочие поверхности сохраняют низкую температуру, поэтому отсутствует опасность ожогов

Основными элементами конструкции водяного тёплого пола являются: демферная лента, утеплитель, гидроизоляционная подложка, змеевик из гибких труб и коллектор. Все компоненты тёплого пола важны, но особенного внимания заслуживают трубы. Правильный выбор типа трубы поможет избежать проблем в эксплуатации. Лучше всего для устройства змеевика подходят полимерные трубы из термостойкого полиэтилена PE-RT и шитого полиэтилена PE-X. Они хорошо гнутся, легко монтируются, имеют высокую химическую стойкость и не подвержены растрескиванию и коррозии.

Трубы из PE-RT бывают двух типов: PE-RT тип I и PE-RT тип II. Тип I появился раньше и подходит для эксплуатации в системах водоснабжения и напольного отопления (классы эксплуатации ХВ, 1, 2 и 4 по ГОСТ 32415–2013). Тип II имеет более высокую термостойкость и пригоден для эксплуатации как в водоснабжении, так и в напольном и радиаторном отоплении (класс эксплуатации 5 по ГОСТ 32415–2013).

Оба типа PE-RT имеют более привлекательную цену по сравнению с PE-X.

Последние производятся в нескольких модификациях — PE-Xa, PE-Xb, PE-Xc. В целом, все типы PE-X по своим характеристикам примерно схожи и применяются в водоснабжении, напольном и радиаторном отоплении.

Когда настанет момент выбора труб для системы отопления, особое внимание следует уделить наличию в них защиты от проникновения кислорода. Молекулярные цепочки полимерных материалов имеют пространственную структуру, сквозь которую могут проникать молекулы кислорода, азота и других компонентов воздуха. С повышением температуры материала его кислородопроницаемость существенно увеличивается.

Наличие воздуха в системе ухудшает её работу и вызывает коррозию, образование шлама. Появляются шумы, воздушные пузыри. Происходит кавитация и отказ оборудования. В российских нормативах есть чёткие указания по ограничению кислородопроницаемости в полимерных трубах.

Например, согласно СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», кислородопроницаемость полимерных труб, применяемых в системах отопления, должна быть не более 0,1 г/(м³·сут.), а по ГОСТ Р 53630–2015 «Трубы напорные многослойные для систем водоснабжения и отопления» — не более 0,32 мг/(м²·сут.) при температуре 40°C, а при температуре 80°C — не более 3,6 мг/(м²·сут.).

В качестве защиты от диффузии кислорода в трубах Pipelife выступает слой EVOH (англ. *Ethylene-vinyl alcohol* — сополимер этилена и винилового спирта), при производстве встраиваемый в толщину стенки трубы.

Несомненные выгоды от применения данного решения с антидиффузионным барьером EVOH очевидны. Это большая защищённость системы отопления от выхода из строя. Продолжительный срок службы оборудования. Обслуживание системы происходит реже, а затраты на эксплуатацию существенно ниже.

Настенное и потолочное отопление устанавливается по аналогии с напольным. Есть две основные причины установки такого способа обогрева. Первая — если другие системы отопления обустроить в помещении невозможно. Вторая — если имеющихся систем недостаточно, чтобы его отопить. Следует отметить, что данные способы отопления широко не применяются, так как обладают не очень высокой энергоэффективностью. А потолочное отопление снижает комфортность пребывания человека в комнате, поскольку его голова постоянно находится в зоне высоких температур. Такой способ обогрева лучше использовать в помещениях с временным пребыванием людей.

Важное достоинство систем поверхностного отопления — возможность их перевода из режима отопления зимой в режим охлаждения летом. То есть по трубам вместо горячего теплоносителя циркулирует охлаждённая вода. Источником холода здесь выступает холодильная машина (чиллер) или тепловой насос. Такой способ охлаждения помещения создаёт более комфортные условия для проживания по сравнению с воздушным охлаждением, например, сплит-системой.

Самый распространённый способ обогрева домов — радиаторное отопление. Основными его достоинствами являются низкая стоимость оборудования и простое управление. Ещё один важный плюс — создание радиатором тепловой завесы вдоль окна. Получается, что человек, стоя рядом с окном, не чувствует холод снаружи.

Если сравнить радиаторное отопление с напольным, к очевидным недостаткам первого можно отнести невысокую энергоэффективность, меньший уровень комфорта, наличие поверхностей с высокими температурами и циркуляцию пыли.

Для монтажа радиаторного отопления в коттедже обычно применяют полимерные и металлополимерные трубы. К полимерным относятся трубы из термостойкого полиэтилена PE-RT, сшитого полиэтилена PE-X, полипропилена PP-R и PP-RCT. Металлополимерные трубы отличаются тем, что имеют в своей структуре алюминиевый слой, но изготавливаются из тех же материалов.

Для открытой прокладки (по стенам и потолку) подходят жёсткие трубы, а для скрытой (в полу, стенах) — гибкие. При скрытой прокладке следует избегать установки фитингов в недоступных местах либо применять неразъёмные радиальные или аксиальные пресс-фитинги. Важно также, чтобы трубы, фитинги и монтажный инструмент были совмести-



мы между собой и одобрены производителем для применения друг с другом.

Система гибких труб Pipelife Ахі подходит для устройства радиаторного отопления и водоснабжения. Её можно применять для стояков и коллекторной и тройниковой разводки по помещению. Трубы изготавливаются из термостойкого полиэтилена второго поколения PE-RT тип II и имеют пятислойную структуру: PE-RT тип II / клей / EVOH / клей / PE-RT тип II. Барьер EVOH от проникновения кислорода расположен в середине стенки трубы, то есть защищён от возможных царапин при монтаже и эксплуатации.

Недостатки радиаторного отопления: невысокая энергоэффективность, меньший уровень комфорта, наличие поверхностей с высокими температурами и циркуляция пыли

Высокая гибкость труб от Pipelife позволяет легко их монтировать в короткие сроки без использования большого количества соединений. Коэффициент шероховатости материала PE-RT крайне низок, гладкость внутренней поверхности трубы препятствует образованию известковых отложений, а также размножению бактерий и микроорганизмов. Термостойкий полиэтилен PE-RT тип II отличается высокой химической стойкостью, например, к воздействию хлора, жидкостей с «кислым» водородным показателем pH или строительных материалов, таких как цемент, гипс и т.п.

Для соединения труб Ахі применяются латунные фитинги с аксиальной техникой монтажа — хорошо известный и давно зарекомендовавший себя способ.

Преимущества системы Pipelife Ахі в том, что это универсальная система для горячего, холодного водоснабжения и радиаторного отопления. Она гигиеничная, одобрена для применения в питьевом водоснабжении и не нуждается в промывке после производства. Трубы обладают стойкостью к высоким температурам — $T_{max} = +90^{\circ}\text{C}$ (класс 5). Рабочее давление по ГОСТ Р 53630–2015: класс 2 — 10 бар; класс 5 — 8 бар. А срок службы системы составляет 50 лет.

Загородный стиль жизни может предполагать не только отопление внутренних помещений. Тут могут понадобиться и внешние системы. Например, для подогрева парковки, тротуаров, ступенек, дорожек вокруг открытого бассейна, а также почвенного обогрева спортивных площадок или теплиц. Устройство такой системы подогрева аналогично системе напольного отопления, когда в грунт (песок, бетон, асфальт и т.п.) укладывается змеевик из полимерной трубы PE-RT или PE-X диаметром 16–20 мм.

В качестве теплоносителя применяются антифризы. Например, из этиленгликоля или пропиленгликоля.

Наружные системы отопления пока не получили большого распространения в России, потому что требуют дополнительных инвестиций на этапе строительства. Однако хорошо спроектированная система водяного подогрева поверхности часто обходится дешевле, чем аренда снегоуборочной техники и закупка реагентов. Она способна плавить снег и лёд с небольшим нагревом, для таяния снега достаточно температуры поверхности всего $+5^{\circ}\text{C}$. При этом расходуется малое количество энергии, снижаются эксплуатационные расходы, а также находится под контролем безопасность и удобство использования объекта. ●

ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

Трапы Magdrain: надёжная защита от неприятных запахов

Представьте ситуацию: душевой трап, установленный некоторое время назад, внезапно перестал обеспечивать свою главную функцию — блокировку неприятных запахов канализации. И теперь предстоит решить данную проблему в максимально короткие сроки, желательно без демонтажа самого трапа и некоторой части дорогого итальянского керамогранита...



❖ Ремонтный трап-вставка Magdrain DK-Q50

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

На сегодняшний день во всём мире есть только один производитель, обладающий подобным технологичным и инновационным решением, — это китайский завод MAGDRAIN (MAGic DRAIN — «волшебный трап»), производящий оригинальную трап-вставку Magdrain DK-Q50. Помимо 100%-й герметичности она имеет такие достоинства, как универсальность (подходит для любых видов трапов, любых производителей) и быстрый монтаж (процедура установки займёт не более десяти минут).

Основная инновационность такого решения заключается в применении особого клапана Magdrain с технологией MagLev — магнитной левитации, то есть использовании в конструкции редкоземельных магнитов Nd₂Fe₁₄B (неодим-железо-бор), аналогичных магнитам самых быстрых, комфортных и надёжных поездов на магнитной подушке Maglev Train (Китай, Южная Корея). Данные высокотехнологичные сухие затворы используются во всех линейках трапов Magdrain, ассортимент которых достаточно широк и разнообразен.



❖ Конструкция магнитного клапана Magdrain

Принцип работы

Магнитный (сухой) клапан Magdrain представляет собой устройство, которое надёжно закрывает трап, блокируя выход неприятных запахов из канализационной системы за счёт системы магнитной левитации. Другими словами, внутри дренажного пульсатора с магнитным штоком и в корпусе в виде яйца находятся мощные редкоземельные постоянные магниты, удерживающие клапан в постоянно закрытом состоянии. Для большей надёжности крышка клапана соединяется через силиконовое уплотнительное кольцо, что в совокупности даёт 100%-ю герметичность системы: канализационные воды не смогут выйти в обратном направлении, запах канализации никогда не проникнет в помещение. Когда потребитель начинает пользоваться душем, вода попадает на верхнюю крышку дренаж-



ного пульсатора, клапан открывается, и вода по имеющимся наклонным направляющим уходит в канализационную систему, при этом крышка находится в подвешенном состоянии и вращается против часовой стрелки, образуя водоворот. Такая циклонная самоочищающаяся система не даёт клапану засориться и не требует постоянной очистки.

Преимущества Magdrain

1. 100%-я герметичность и отсутствие неприятных запахов (благодаря использованию редкоземельных магнитов в клапане).
2. Оригинальная циклонная самоочищающаяся система не даёт клапану засориться и не требует постоянной чистки.
3. Высочайшая термическая (до +260 °С) и химическая (кислоты, щелочи) стойкость материала корпуса клапана — конструкционного термопласта полифениленсульфида (PPS).
4. Высокая пропускная способность трапа — 36 л/мин.
5. Богатый ассортимент, включая дизайнерские и архитектурные серии из латуни, нержавеющей стали, стекла.
6. Душевые лотки из нержавеющей стали толщиной 2 мм (!) четырёх размеров по длине (14, 30, 55 и 80 см), в том числе с увеличенной пропускной способностью 70 л/мин. (два сливных клапана в одном трапе на 80 см), а также двухсторонние трапы под плитку.
7. Миниатюрные габариты всех трапов по высоте (от 8,5 до 10,5 см уже с учётом высоты фирменного колена Magdrain 50/50, идущего в комплекте).

Как следствие...

1. Минимальная высота уровня пола.
2. Очень простая и быстрая установка — в отличие от трапов других производителей, для Magdrain не требуется система упоров перед заливкой.
3. В любой момент можно произвести деинсталляцию самого клапана из трапа, просто сняв декоративную крышку и сетку-грязеуловитель.
4. Отсутствие брака благодаря простой и надёжной конструкции, запатентованной в 173 странах мира (патент GB/T27710-2011).

Компания EASTEC («ИСТЭК») является официальным представителем завода MAGDRAIN в Российской Федерации. ●

www.magdrain.info

К вопросу о энергоэффективности циркуляционных насосов для настенных конвекционных газовых котлов

Рецензия эксперта на статью получена 11.09.2020 [Expert review on the article received on September 11, 2020].

В последние годы всё больше внимания уделяется вопросам энергетической эффективности инженерного оборудования, используемого потребителем в индивидуальном жилищном строительстве. Одними из таких устройств являются циркуляционные насосы малой мощности, применяемые в автономных закрытых циркуляционных контурах настенных газовых котлов.

Для оценки насоса с точки зрения энергетической эффективности существуют Регламент Еврокомиссии [1] и национальный стандарт Российской Федерации [2], где указаны правила маркировки циркуляционных насосов. Введено понятие «индекса энергетической эффективности» (Energy Efficiency Index, IEE), характеризующего класс энергетической эффективности. В Евросоюзе, начиная с 2015 года, в новой технике разрешено использование циркуляционных насосов только высшей категории энергоэффективности — класса А. Государственным органам Европейского союза предписано не допускать на его территорию циркуляционные насосы с более низким классом энергоэффективности и периодически проверять существующие системы на соблюдение указанной директивы.

Вопрос ответственности правильной маркировки и изображения уровней энергетической эффективности на самом изделии и на его упаковке лежит целиком на производителе насосного оборудования. Однако для бытового инженерного оборудования, в отличие от профессионального, нет жёстких требований в предоставлении технических характеристик. Допускается округление напорно-расходных характеристик, указанных в технических паспортах на изделия и других сопроводительных материалах, по значениям до 20% [3, стр. 4]. К сожалению, это приводит к тому, что из маркетинговых соображений графики изменения параметров бытовых циркуляционных насосов на упаковках и в документации носят

завышенный характер. Вопросы энергетической эффективности поднимаются часто, но даже у лидирующих компаний в каталогах не представлены графики изменения коэффициента полезного действия (КПД) циркуляционных насосов малой мощности. Что касается циркуляционных насосов малой мощности (до 2,5 кВт), то для моторов с «мокрым» ротором и асинхронным электродвигателем с постоянной скоростью вращения все они, согласно [4], отнесены к классу энергоэффективности D.

Для оценки насоса с точки зрения энергетической эффективности существуют Регламент Еврокомиссии [1] и национальный стандарт РФ [2], где указаны правила маркировки циркуляционных насосов. Введено понятие индекса энергоэффективности (Energy Efficiency Index, IEE), характеризующего класс энергетической эффективности

Предметом и темой исследования является определение реальных данных показателей энергетической эффективности циркуляционных насосов с асинхронным мотором и постоянной скоростью вращения ротора, применяемых в настенных газовых котлах малой мощности для автономных систем отопления и горячего водоснабжения индивидуальных хозяйств.

Данные о реальной эффективности циркуляционных насосов в специализированной литературе представлены мало. В «Насосной азбуке WILLO» для насосов с «мокрым» ротором мощностью менее 100 Вт [5, стр. 23] указано, что коэффициент полезного действия асинхронных циркуляционных насосов с «мокрым» ротором и фиксированной частотой вращения составляет «по ориентировочным данным, приблизительно от 5 до 25%».

УДК 621.65.03. Научные специальности: 05.07.06, 05.23.03.

К вопросу о энергоэффективности циркуляционных насосов для настенных конвекционных газовых котлов

А. Л. Торопов, к.т.н., профессор РАЕ, изобретатель СССР, рационализатор РФ, генеральный директор ООО «Инженерный Центр «Апрель» (г. Москва)

В статье рассмотрены вопросы энергоэффективности циркуляционных насосов малой мощности с асинхронным электродвигателем постоянной скорости вращения, применяемые в настенных газовых котлах. Определены значения коэффициентов полезного действия и их зависимости от значений напряжения питающей электросети. Представлены сравнения характеристик эффективности работы насосов с «мокрым» и «сухим» ротором.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, циркуляционный насос, коэффициент полезного действия, КПД, «мокрый» ротор, «сухой» ротор.

UDC 621.65.03. Numbers of scientific specialty: 05.07.06, 05.23.03.

To the question of energy efficiency of circulation pumps for wall-mounted convection gas boilers

A. L. Toropov, PhD, Professor of Russian Academy of Natural History, Inventor of the USSR, Rationalizer of the Russian Federation, general director of the "April" Engineering Center", LLC (Moscow city)

The article considers the issues of energy efficiency of low-power circulation pumps with an asynchronous electric motor of constant rotation speed, used in wall-mounted gas boilers. The values of efficiency and their dependence on the voltage values of the supply network are determined. Comparisons of the performance characteristics of wet-rotor and dry-rotor pumps are presented.

Key words: energy efficiency, circulation pump, efficiency, "wet rotor", "dry rotor".

В секторе бытовых циркуляционных насосов в последние годы наблюдается жесточайшая конкуренция. В Китае построены и успешно работают полностью автоматизированные заводы по производству достаточно качественных бытовых циркуляционных насосов годовым выпуском несколько миллионов штук в год.

Но в Поднебесной много и мелких заводов, выпускающих продукцию сомнительного качества. Внешне она абсолютно не отличается ни от насосов известных брендов, ни от продукции китайских заводов, выпускающих технику достойного качества, причём маркировка классов ИЕЕ и технические характеристики, указанные на упаковке и в технических паспортах, также не отличаются, поскольку в большинстве случаев они носят маркетинговый характер.

Погоня за снижением себестоимости бытовых циркуляционных насосов привела к тому, что, по нашим исследованиям и пробным закупкам, доля циркуляционных насосов данного типа с намоткой статора алюминиевой проволокой составляет в эконом-секторе более 60%, в то время как до 2007 года алюминиевая проволока для намотки статора практически не использовалась. Замеры реальных технических характеристик, указанных на упаковке бытовых циркуляционных насосов, показали, что они отличаются от реальных до 25–30%.

Между тем именно напорно-расходная характеристика является необходимым параметром для расчёта и правильного подбора циркуляционного насоса для систем отопления и других систем с циркуляционными контурами. Без неё невозможно правильно определить расчётную точку гидравлической системы. В технической литературе слабо изучен вопрос изменения эффективности циркуляционных насосов в зависимости от напряжения, которое в рамках установленных стандартов предоставления услуг населению может меняться в диапазоне от 200 до 240 В однофазной сети, а наличие стабилизаторов напряжения, как обязательной составной части настенных газовых котлов, нормативными документами не предусмотрено.

Цель данного исследования — определение реальных значений КПД бытовых циркуляционных насосов с «мокрым» и «сухим» типами ротора с постоянной скоростью вращения, применяемых в настенных газовых конвекционных котлах с атмосферной горелкой. Ставилась задача оценить степень влияния напряжения электрической сети на показатели эффективности циркуляционных насосов.



Испытывались циркуляционные насосы разных компаний с «мокрым» ротором, с асинхронным мотором переменного тока постоянной скорости вращения (трёхступенчатое регулирование скорости вращения) — образец №1 и образец №2. Образец №3 циркуляционный насос с «сухим» ротором и магнитной муфтой без воздушного вентиляторного охлаждения. Все насосы выполнены с медной обмоткой статора.

Испытания проводились в течение часа при стабилизированном напряжении $220\text{ В} \pm 1\%$, частотой переменного тока 50 Гц, а также при давлении в циркуляционном контуре, равном 2 бара, и температуре теплоносителя 40°C . В течение времени испытаний проводилось по три замера всех параметров. Испытания выполнены для трёх скоростей вращения ротора по методике [3].

В качестве образцов выбраны циркуляционные насосы, встроенные в настенные конвекционные газовые котлы и являющиеся частью системы контура отопления индивидуального дома. Поскольку крыльчатка, корпус электродвигателя, ротор, статор и другие основные элементы

данных насосов аналогичны с насосами циркуляционных контуров отопления, вентиляции, кондиционирования, не встроенных в теплогенерирующий агрегат, то результаты тестирования можно распространить на весь класс циркуляционных насосов с «мокрым» ротором и асинхронным двигателем. Замеры выполнены на трёх скоростях вращения ротора, по три испытания для каждого случая. Результаты представлены как средние значения по трём испытаниям.

Отдельно рассматривались изменения характеристик эффективности при пониженном и повышенном напряжении питающей сети от 180 до 240 В. Исследования полного КПД образца №3 можно проводить в рамках сравнения энергетической эффективности насосов настенных котлов, но нельзя распространять на циркуляционные насосы с «сухим» ротором для других систем. Однако проведённый анализ значений КПД образца №3 можно расширять как верхнюю оценку значений КПД, поскольку в стандартных конструкциях моторов с «сухим» ротором охлаждающий вентилятор расположен непосредственно на валу ротора и отнимает часть энергии на создание воздушного потока. Все полученные значения КПД и выводы относятся к циркуляционным насосам с крыльчатками диаметром до 70 мм — это наиболее распространённые в мире насосы.

Описание конструкции и работы встроенных циркуляционных насосов малой мощности с асинхронным электродвигателем представлено в работе [6]. Рассмотрены преимущества и недостатки встроенных в настенные котлы насосов с «мокрым» и «сухим» ротором.

Крыльчатка, корпус электродвигателя, ротор, статор и другие основные элементы данных насосов аналогичны с насосами циркуляционных контуров отопления, вентиляции, кондиционирования, не встроенных в теплогенерирующий агрегат, поэтому результаты тестирования можно распространить на весь класс циркуляционных насосов с «мокрым» ротором и асинхронным двигателем

Необходимо отметить, что насос-образец №3 — с «сухим» ротором, в отличие от образцов №1 и №2, которые выполнены в варианте «мокрого» ротора. Однако образец №3 — особенный, у него нет вентилятора воздушного охлаждения, как в типовых конструкциях линейных циркуляционных насосов данного типа.

Это обусловлено тем, что в настенных газовых котлах рядом с циркуляционным насосом с «сухим» ротором расположен вентилятор камеры сгорания, подающий воздух в атмосферную горелку котла. Камера сгорания котла — «закрытого типа», и воздух в неё попадает от воздуховода приточного воздуха. Этот воздух постоянно подсасывается вентилятором горелки и обдувает циркуляционный насос с «сухим» ротором, охлаждая его.

На рис.1 представлены графики изменения КПД циркуляционных насосов с моторами асинхронного типа с постоянной скоростью вращения на первой, второй и третьей скоростях. Для образца №3 представлена одна кривая изменения КПД, поскольку данный мотор с «сухим» ротором имеет одну скорость вращения.

Среди испытанных насосов наивысшие значения КПД у циркуляционного насоса (образец №3) с ротором «сухого» типа. Максимальное значение равно 22,2%. Среди насосов с «мокрым» ротором наибольший КПД, равный 20,25% на третьей скорости вращения, — у образца №2. У образца №1 самый низкий из тестируемых максимальный КПД, равный 17%. На второй и первой скоростях вращения ротора значения максимальных КПД равны: образец №2 — 14% и 7,8%, а образец №1 — 8,5% и 4,5%.

На рис. 2 представлены графики зависимости максимального полного КПД

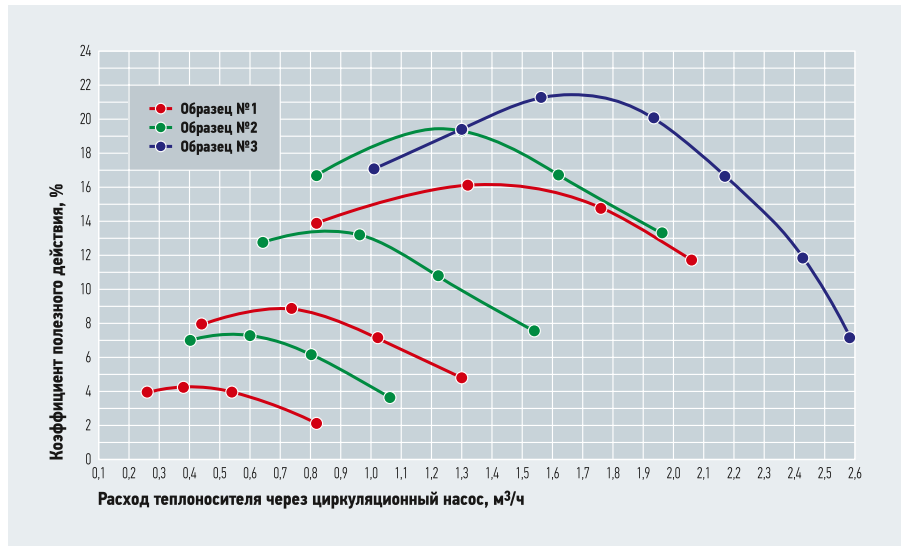


Рис. 1. Графики изменения полного КПД циркуляционных насосов (образцы №1, №2 и №3 для первой, второй и третьей скоростей вращения асинхронных моторов переменного тока)

циркуляционных насосов для максимальной скорости вращения в зависимости от величины питающего напряжения переменного тока. Из рис. 2 видно, что для образца №3 с «сухим» ротором наибольший КПД при значении напряжения 220 В, у образца №1 — при 210 В и у образца №2 — при 240 В. В диапазоне изменения напряжения питающей сети 200–240 В изменение значения максимального КПД составляет у образцов №1 — 2%, у образца №2 — 14%, у образца №3 — 18%.

Лучшие показатели КПД у циркуляционного насоса с «сухим» ротором (образец №3), но эти значения отличаются от максимального значения КПД с «мокрым» ротором (образец №2) всего на 5%. Однако, если рассматривать значения КПД для напряжения 220 В, то эта разница увеличивается до 11%.

Результаты исследования могут быть применены при проектировании и расчёте энергетической эффективности автономных систем отопления и под-

готовки горячей воды индивидуальных домохозяйств.

Заключение

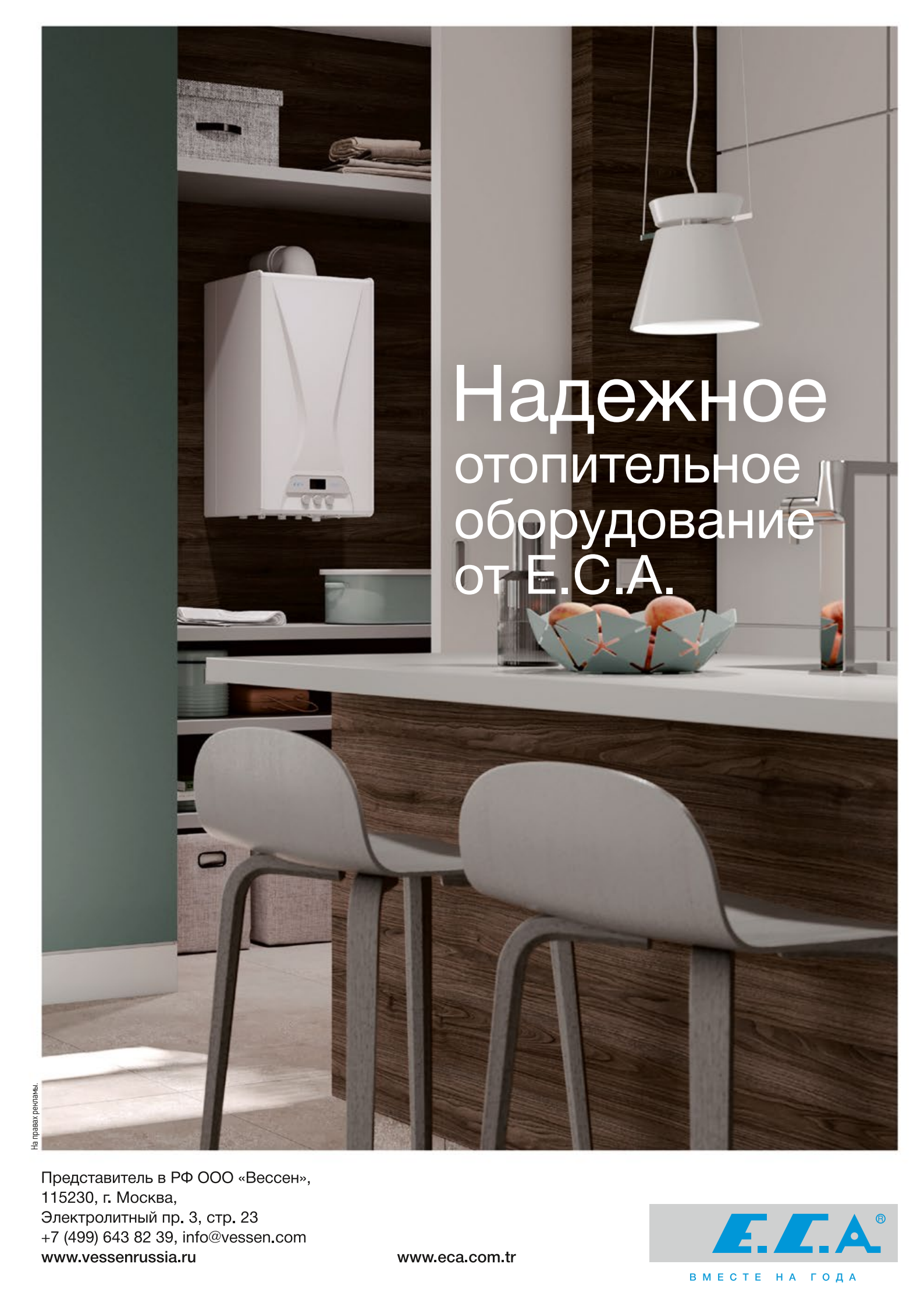
1. Испытания, проведённые на гидравлическом стенде, показали следующие значения максимального полного КПД циркуляционных насосов с «мокрым» ротором при напряжении 220 В при третьей, второй и первой скоростях вращения ротора для крыльчаток с диаметром до 70 мм: образец №1 — 17%, 8,5% и 4,5%; образец №2 — 20,25%, 14% и 7,8%. У образца №3 с «сухим» ротором и магнитной муфтой максимальный КПД составил 22,2%.
2. Изменение максимального значения КПД при изменении напряжения электрической сети в диапазоне 200–240 В составляет около 10%.
3. Внутри рабочего диапазона, равного 20% изменения расхода циркуляции относительно точки максимального КПД, изменение значения КПД рассматриваемых насосов составляет 10–12%. ●



Рис. 2. Графики изменения максимального полного КПД циркуляционных насосов (образцы №1, №2 и №3 на максимальной скорости вращения роторов электромоторов асинхронного типа)

1. European Commission Regulation (EC) [Электр. текст]. EUR-Lex, European Union Law Database. Режим доступа: eur-lex.europa.eu. Дата обраш.: 02.02.2020.
2. ГОСТ Р 56477-2015. Энергетическая эффективность. Насосы автономные бесшальниковые циркуляционные. Информирование потребителей об энергетической эффективности циркуляционных насосов / ВНИИНМАШ. — М.: Стандартинформ, 2015. 11 с.
3. ГОСТ EN 16297-1-2014. Межгосударственный стандарт. Энергетическая эффективность насосы циркуляционные герметичные. Ч. 1: Общие требования и методики для проведения испытаний и расчёта индекса энергетической эффективности (ИЭЭ). — М.: Стандартинформ, 2015. 29 с.
4. Energy Efficiency of Circulators. The European regulation for circulators [Электр. текст]. The European Association of Pump Manufacturers. Режим доступа: europaump.net. Дата обраш.: 02.05.2019.
5. Насосная азбука Wilo [Электр. текст]. WILO SE. Режим доступа: wilo.com/ru. Дата обраш.: 02.02.2020.
6. Торопов А.Л. Комбинированные тепловые телосистемы. Ч. 3: Циркуляционные насосы для децентрализованных систем отопления и горячего водоснабжения. Учебное пособие. — М.: ИД Академии естественных наук, 2019. 54 с.

References — see page 78.



Надежное отопительное оборудование от E.C.A.

На правах рекламы

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

www.eca.com.tr

E.C.A.[®]

ВМЕСТЕ НА ГОДА

ОТОПЛЕНИЕ И ГВС

Строительная теплофизика и микроклимат зданий

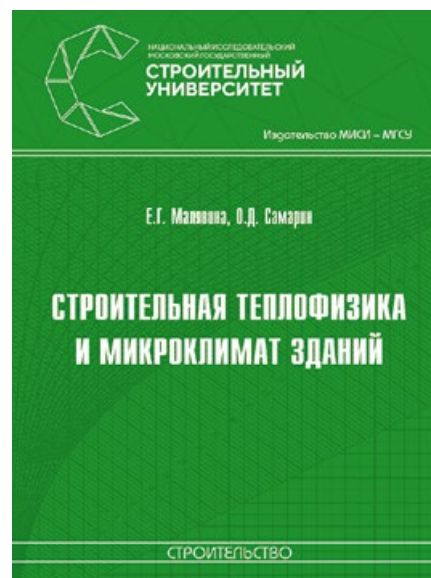
В Издательстве МИСИ-МГСУ вышел новый учебник для обучающихся по программе бакалавриата по направлению 08.03.01 «Строительство», профиль подготовки «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение зданий, сооружений и населённых пунктов». Редакция журнала СОК поздравляет авторов нашего журнала Е. Г. Малявину и О. Д. Самарина с выходом новой книги.

В издании представлены принципы и последовательность теплотехнического расчёта наружных ограждающих конструкций зданий, основанные на фундаментальных физических процессах, лежащих в основе теплотехнического проектирования наружной оболочки здания, а также на действующих нормативных документах Российской Федерации в области строительства.

Изложены правила выбора расчётных параметров наружного и внутреннего климата, вычисления нормируемых значений приведённого сопротивления теплопередаче наружных ограждений и расчёта толщины теплоизоляционного слоя с учётом теплотехнических неоднородностей в конструкции. Приведена методика расчёта влажностного режима элементов оболочки здания с оценкой его влияния на их теплозащитные свойства, а также правила выбора ограждений с учётом их воздухопроницаемости.

Представлены основные методы расчёта стационарной и нестационарной теплопередачи через сложные ограждающие конструкции, в том числе численные с применением ЭВМ, а также приведены аналитические решения, используемые в инженерной практике. Рассмотрены основные понятия, связанные с формированием внутреннего микроклимата помещений и принципами его обеспечения с помощью инженерных систем.

Представлены наиболее известные способы оценки комфортности микроклимата, в том числе основанные на методике П.О. Фангера, и правила выбора допустимых и оптимальных значений температуры, относительной влажности и подвижности внутреннего воздуха. Изложены принципы определения тепловой нагрузки на системы отопления-охлаждения, а также структура теплового баланса помещения и методы расчёта его составляющих для определения производительности систем вентиляции и кондиционирования воздуха.



❖❖ Малявина Е.Г., Самарин О.Д. **Строительная теплофизика и микроклимат зданий: Учебник.** — М.: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2018. 288 с.

Представлены основные процессы воздействия наружной среды на микроклимат зданий и показаны принципы моделирования процессов его формирования с приведением некоторых аналитических решений.

Рассмотрены наиболее характерные процессы изменения состояния влажного воздуха в помещении и его обработки в системах обеспечения микроклимата, а также правила определения установочной мощности оборудования для тепловлажностной обработки воздуха.

Приведены сведения по особенностям потоков воздуха в помещении у приточных и вытяжных отверстий и неизотермических поверхностей и инженерная методика расчёта конвективных струй и воздухораспределения в помещении. Представлены правила оценки годового потребления тепловой энергии системами отопления-охлаждения и вентиляции и принципы выбора наиболее рациональных режимов работы климатических систем в течение года. ●



Рецензия на учебник «Строительная теплофизика и микроклимат зданий» профессора, к.т.н. Е. Г. Малявиной и доцента, к.т.н. О. Д. Самарина (М.: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2018. 288 с.)

Рецензируемая работа «Строительная теплофизика и микроклимат зданий» содержит 288 страниц с рисунками, таблицами и библиографическим списком из 23 наименований, а также с приложением, включающим терминологический словарь и справочные данные по параметрам внутреннего микроклимата из ГОСТ 30494 и ГОСТ 12.1.005. Данное издание предназначено непосредственно для обучающихся в строительных вузах по программе бакалавриата в рамках направления подготовки 08.03.01 «Строительство» (профиль «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение зданий, сооружений и населённых пунктов»), но, как представляется, будет полезно для других родственных профилей подготовки, например, «Инженерные системы жизнеобеспечения в строительстве», а также не только в учебном процессе, но и для действующих инженеров.

В рассматриваемой работе в систематизированной форме излагается материал, который позволяет сформировать у обучающихся очень важный подход к физическим основам теплового, влажностного и газового режимов здания, как к теоретической базе технологии обеспечения внутреннего микроклимата помещений. Издание на высоком методическом уровне решает поставленную авторами задачу по созданию общего представления о теплотехнической роли наружных ограждающих конструкций здания и функционировании инженерного оборудования, формирующего его микроклимат, как о единой энергетической системе.

Сведения, которые представлены в учебнике, помогут как выпускникам, так и действующим специалистам применять теоретические положения и методы расчёта в своей профессиональной работе, то есть при проектировании и эксплуатации инженерных систем обеспечения микроклимата здания. При этом авторы опираются не только на известные классические решения рассматриваемых задач, но и включают некоторые последние достижения в данной области, в том числе полученные непосредственно авторами, ссылаются на современные источники и нормативные документы.

Необходимо также подчеркнуть, что авторам удалось найти необходимый баланс между достаточно высоким теоретическим уровнем представленного материала, включающего серьёзный математический аппарат, и инженерной формой представления окончательных результатов, что делает изложение доступным для непосредственной целевой аудитории

микроклимата зданий, сооружений и сооружений, является вполне грамотным и хорошо согласуется с терминологией, используемой в действующем законодательстве Российской Федерации и нормативных документах в области строительства, имеющих отношение к представленному в данном издании материалу.



Малявина Елена Георгиевна — профессор, к.т.н.; имеет звание «Почётный работник высшего профессионального образования РФ»; награждена профессиональной ассоциацией в сфере отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, теплоснабжения и строительной теплофизики НП «АВОК» медалью им. В. Н. Богословского «За значительные заслуги в развитии отечественной инженерной школы в области ОВиК»; профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции НИУ МГСУ. Автор учебных пособий по строительной теплофизике, соавтор нормативных документов федерального и отраслевого уровня, справочных пособий, научных статей по теплоустойчивости зданий, расчёту годового энергопотребления системами отопления и охлаждения помещений, строительной климатологии; автор раздела «Энергоэффективность» — более 200 проектов реальных зданий. Под руководством Е. Г. Малявиной семь аспирантов защитили кандидатские диссертации.



Самарин Олег Дмитриевич — доцент, к.т.н.; имеет звание «Почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации»; доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции НИУ МГСУ. Сфера научных интересов: теплофизика, управление системами обеспечения микроклимата, а также нормирование теплозащиты и вопросы энергосбережения в зданиях и его технико-экономического обоснования. Автор учебника по дисциплине «Основы обеспечения микроклимата зданий», монографии «Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность» и ряда других научных и учебных изданий, а также статей в отечественных и зарубежных научных и технических журналах.

и для действующих инженеров. Заметим также, что содержащиеся в издании в значительном количестве справочные материалы существенно сокращают необходимость в дополнительной литературе при пользовании учебником в качестве руководства при выполнении практических работ, как в процессе обучения, так и в инженерной практике.

Кроме того, следует отметить, что понимание обучающимися излагаемого материала и способность свободного применения его в дальнейшей профессиональной деятельности во многом определяется чёткостью используемой терминологии. В этой связи значительным достоинством работы является то обстоятельство, что предлагаемое авторами толкование терминов, относящихся как к теплотехническим расчётам ограждающих конструкций, так и к описанию внутреннего

В силу изложенного рецензируемый учебник заслуживает однозначного одобрения и может быть рекомендован для использования в учебном процессе строительных вузов в рамках изучения дисциплины «Строительная теплофизика и микроклимат зданий» или аналогичных ей, предусмотренных учебным планом соответствующей образовательной организации. ●

Рецензент: Н.В. ШИЛКИН, к.т.н., заместитель заведующего кафедрой, профессор кафедры «Инженерное оборудование зданий и сооружений» Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский архитектурный институт (Государственная академия МАРХИ)»



Температурный режим цеха металлообработки при использовании системы отопления на базе водяных ИК-излучателей*

Проблема высокой энергоёмкости производственных помещений является крайне актуальной в текущих экономических условиях [1, 2]. В частности, высокое энергопотребление обеспечивают устаревшие и низкоэффективные системы отопления крупнообъёмных помещений — цехов, складов и т.д. Одним из путей решения этой проблемы является внедрение лучистых систем [3–6].

Применение систем лучистого отопления позволяет снизить затраты тепловой энергии без снижения уровня теплового комфорта. Отопительные приборы в таких системах располагаются на высоте и равномерно по горизонтальной плоскости помещения. Также, учитывая тот факт, что воздух является прозрачной средой для электромагнитного излучения в инфракрасном диапазоне, данные приборы производят нагрев воздуха помещения опосредованно, через нагрев облучаемых поверхностей. Таким образом, можно сделать вывод, что применение лучистой системы отопления способствует формированию более равномерного теплового режима в отапливаемом помещении [3–12].

Самым привлекательным, с точки зрения энергоэффективности, является отопление на базе газовых инфракрасных излучателей (ГИИ) [7–12]. В данных системах отсутствует промежуточный теплоноситель, и теплота в помещение пода-

ётся напрямую от первичного энергоносителя — природного газа. Однако из-за того, что сгорание газозвушной смеси производится непосредственно в объёме отапливаемого помещения, применение лучистых систем отопления на базе ГИИ ограничено.

Применение систем лучистого отопления позволяет снизить затраты тепловой энергии без снижения уровня теплового комфорта и способствует формированию более равномерного теплового режима в отапливаемом помещении

Ввиду вышеописанных особенностей ГИИ стоит рассмотреть другой энергоэффективный вид лучистого отопления — отопление на базе водяных инфракрасных излучателей (ВИИ). В качестве отопительных приборов в данных системах используются излучающие панели или профили. Теплоносителем в таких системах является горячая вода с температурой 40–150 °С. Стоит также отметить, что наиболее перспективным ВИИ является именно излучающий профиль, благодаря его меньшей металлоёмкости и большей удельной теплоотдаче [5–6].

* Данная статья является второй из планируемых трёх научных публикаций, посвящённых изучению теплового режима помещений, оборудованных энергоэффективными инновационными системами лучистого отопления на базе низкотемпературных инфракрасных излучателей. Первая статья была опубликована в журнале СОК №10/2019.

Рецензия эксперта на статью получена 22.06.2020 [Expert review on the article received on June 22, 2020].

УДК 697.7. Научная специальность: 05.23.03.

Температурный режим цеха металлообработки при использовании системы отопления на базе водяных инфракрасных излучателей

М. В. Бодров, д.т.н., заведующий кафедрой отопления и вентиляции, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ, г. Нижний Новгород); **Д. А. Кузнецов**, генеральный директор, ООО «Флайг + Хоммель» (г. Заволжье); **А. А. Смынов**, ассистент кафедры отопления и вентиляции ННГАСУ

Выполнено исследование системы лучистого отопления цеха металлообработки на базе водяных инфракрасных излучателей. Цель исследований заключалась в определении эффективности работы системы отопления и получении количественных данных, описывающих тепловой и температурный режим помещения.

Ключевые слова: теплофизика, водяное отопление, инфракрасное излучение, лучистое отопление, излучатель, температурный режим, отопление цеха, тепловая подушка, градиент температуры, тепловой режим.

UDK 697.7. The number of scientific specialty: 05.23.03.

Temperature mode of the metal workshop when using the heating system on the basis water infrared emitters

M. V. Bodrov, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Heating and Ventilation, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNGASU, Nizhny Novgorod city); **D. A. Kuznetsov**, general director, "Flaig + Hommel", LLC (Zavolgie city); **A. A. Smykov**, Assistant, Department of Heating and Ventilation, NNGASU

A study of the radiant heating system of a metalworking workshop based on water infrared emitters was carried out. The purpose of the research was to determine the efficiency of the heating system and obtain quantitative data describing the thermal and temperature conditions of the room.

Key words: thermal physics, water heating, infrared radiation, radiant heating, emitter, temperature condition, workshop heating, thermal cushion, temperature gradient, thermal mode.

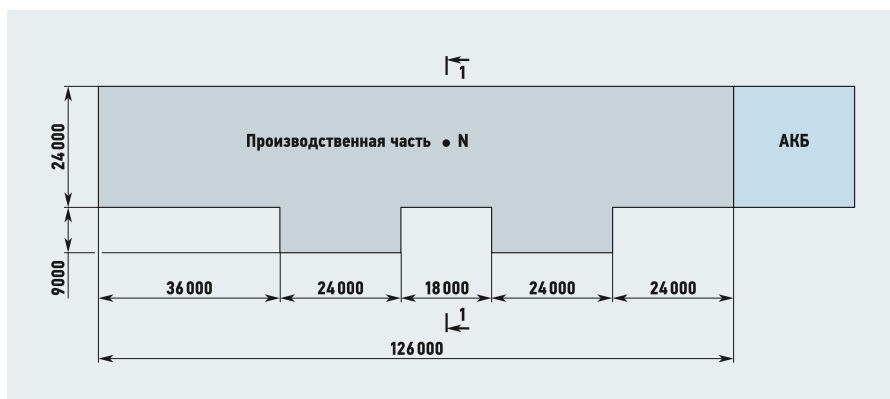


Рис. 1. Объект исследований

Объектом исследований теплового и температурного режима помещения, оборудованного системой лучистого отопления на базе ВИИ, стало производственное помещение — цех металлообработки компании ООО «Флайт + Хоммель», расположенный в городе Заволжье Нижегородской области (рис. 1).

В качестве отопительных элементов в ВИИ используются излучающие панели или профили. Теплоносителем в таких системах является горячая вода с температурой 40–150 °С. Наиболее перспективным ВИИ является именно излучающий профиль, благодаря его меньшей металлоёмкости и большей удельной теплоотдаче

На базе указанного помещения был выполнен ряд исследований: исследование фактического состояния параметров микроклимата, измерение температуры поверхности ограждающих конструкций, тепловизионное обследование помещения и состояния ограждающих конструкций. Основные характеристики объекта исследований: длина — 126 м, ширина от 24 до 33 м (с пристройками), высота по на-

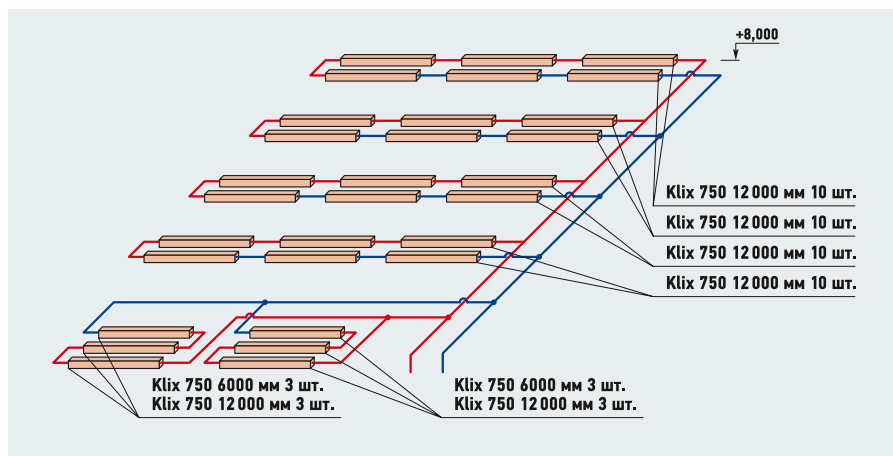


Рис. 2. Схематичное изображение системы отопления цеха

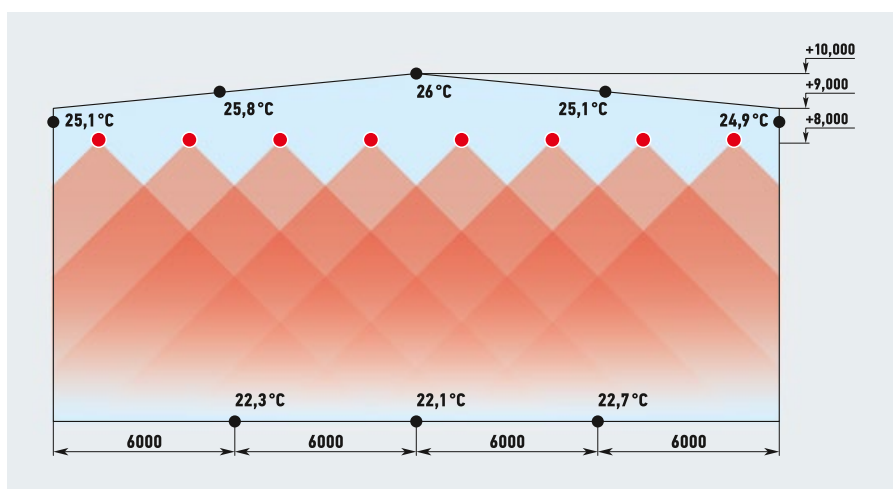


Рис. 3. Температурный режим ограждающих конструкций производственного помещения

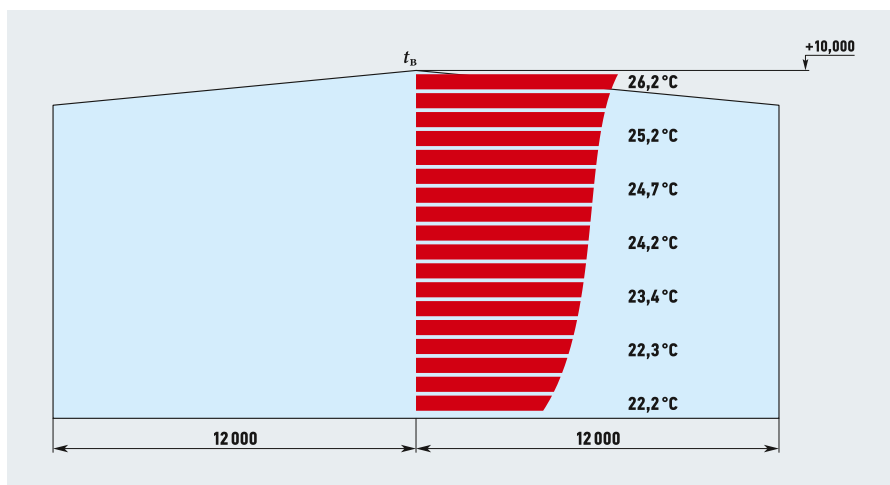


Рис. 4. Градиент температуры воздуха по высоте в исследуемом помещении

ружной стене — 9 м, высота в коньке — 10 м, площадь цеха — 3456 м², объём — 41 472 м³, пол — бетонный монолит, стены — сэндвич-панели. Система отопления помещения — лучистая, построена на базе ВИИ марки Klix 750 (рис. 2).

Исследование фактического состояния параметров микроклимата производилось с помощью термогигрометра testo 625 и термоанемометра testo 405.

Измерения производились в медианной точке помещения N (рис. 1) с интервалом в 15 минут.

Измерение температуры поверхности ограждающих конструкций производились инфракрасным термометром testo 830-T4. Для определения координат измеряемой точки использовался лазерный дальномер Bosch GLM 80.

Измерения производились в сечении 1–1 (рис. 1), результаты исследований приведены на рис. 3.

Также было исследовано изменение температуры воздуха в помещении с помощью термогигрометра марки testo 625. Измерения проводились в точке N, результаты приведены на рис. 4.

В рамках данного исследования было проведено тепловизионное обследование лучистой системы отопления на базе водяных инфракрасных излучателей и теплового режима наружных ограждающих конструкций.

Тепловизионная съёмка проводилась при помощи тепловизора testo 865 и была выполнена согласно ГОСТ [13].

Параметры среды во время проведения измерений: температура наружного воздуха — $t_n = -2^\circ\text{C}$; температура внутреннего воздуха — $t_b = 22,1^\circ\text{C}$; относительная влажность внутреннего воздуха — $\varphi_b = 35,1\%$; подвижность воздуха в помещении — $v_b = 0,1$ м/с. На момент проведения тепловизионной съёмки темпера-

••• Результаты исследования фактического состояния параметров микроклимата табл. 1

Измеряемый параметр / № измерения	1	2	3	4	5
Температура наружного воздуха t_n , °C	-2,1	-2,2	-1,8	-1,9	-1,6
Температура внутреннего воздуха t_b , °C	22,1	21,8	21,8	22,2	22,4
Относительная влажность внутреннего воздуха φ_b , %	35,1	35,4	35,8	35,9	36,1
Подвижность воздуха в помещении v_b , м/с	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

тура в системе отопления, согласно данным контрольно-измерительных приборов в индивидуальном тепловом пункте, составляла $t_r = 55^\circ\text{C}$, $t_o = 37,5^\circ\text{C}$.

Было произведено несколько тепловизионных съёмок с последующим анализом полученных термограмм. Все полученные результаты были обработаны

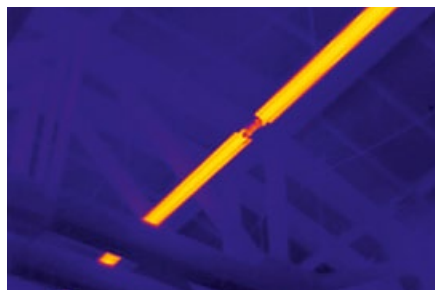
в фирменном программном обеспечении testo IRSoft версии 4.5.3997.34051. Термограммы представлены на фото 1–4.

Заключение

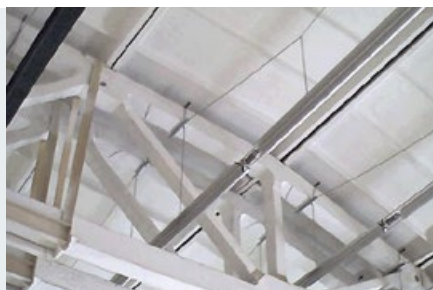
Применение систем лучистого отопления на базе водяных инфракрасных излучателей действительно позволяет добиться более равномерного теплового режима в крупнообъёмном помещении, что показывает репрезентативный пример исследованного цеха металлообработки. •



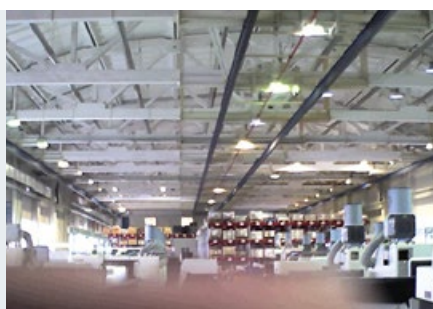
••• Фото 1. Результат термографического обследования



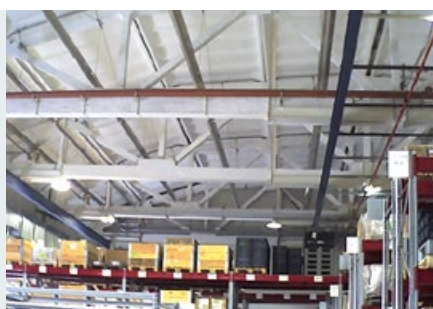
••• Фото 2. Результат термографического обследования



••• Фото 3. Результат термографического обследования



••• Фото 4. Результат термографического обследования



1. О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики: Указ Президента РФ от 04.06.2008 №889 // Российская газета, №4680 от 07.06.2008.
2. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Фед. закон от 23.11.2009 №261-ФЗ (ред. от 13.07.2015).
3. Бодров В.И., Михайлова Л.Ю., Смыков А.А. Температурный режим наружных ограждений помещений с системами отопления на базе газовых инфракрасных излучателей // Приволжский научный журнал, 2015. №2. С. 58–64.
4. Бодров В.И., Бодрова В.Ф., Смыков А.А. Исследование теплового режима наружных ограждающих конструкций в промышленных помещениях с системами отопления на базе инфракрасных излучателей // Приволжский научный журнал, 2018. №2. С. 23–36.
5. Бодров В.И., Бодров М.В., Смыков А.А. Исследование систем лучистого отопления на базе низкотемпературных инфракрасных излучателей // Приволжский научный журнал, 2019. №3. С. 52–57.
6. Бодров В.И., Бодров М.В., Смыков А.А. Исследование теплотехнических характеристик низкотемпературных инфракрасных излучателей // Журнал СОК, 2019. №10. С. 32–36.
7. Kurilenko N.I., Zverev D.M., Idrisov A.Z. Comparative analysis of methods of calculating the systems for radiation heating. Gas Industry Magazine. 2001. No. 5. Pp. 58–60.
8. Kuznetsov G.V., Kurilenko N.I., Maksimov V.I., Mamontov G.Y., Nagornova T.A. Heat transfer under heating of a local region of a large production area by gas infrared radiators. Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2013. No. 3. Pp. 519–524.
9. Kurilenko N.I., Mamontov G.Y., Mikhaylova L.Y. Temperature patterns in the gas infrared radiator heating area. EPJ Web of Conferences. 2015. No. 82.
10. Kuznetsov G.V., Kurilenko N.I., Mamontov G.Y., Mikhaylova L.Y. Experimental determination of the temperature in a small neighborhood of the gas infrared sources. EPJ Web of Conferences. 2015. No. 82.
11. Maksimov V.I., Nagornova T.A., Kurilenko N.I. Verification of conjugate heat transfer models in a closed volume with radiative heat source. MATEC Web of Conferences. 2016. No. 72.
12. Kuznetsov G.V., Kurilenko N.I., Nee A.E. Mathematical modelling of conjugate heat transfer and fluid flow inside a domain with a radiant heating system. International Journal of Thermal Sciences. 2018. No. 131. Pp. 27–39.
13. ГОСТ Р 54852–2011. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. — М.: Стандартинформ, 2012. 20 с.

References — see page 78.

О температурном режиме неотапливаемых лестничных клеток многоквартирных жилых домов с поквартирными генераторами теплоты

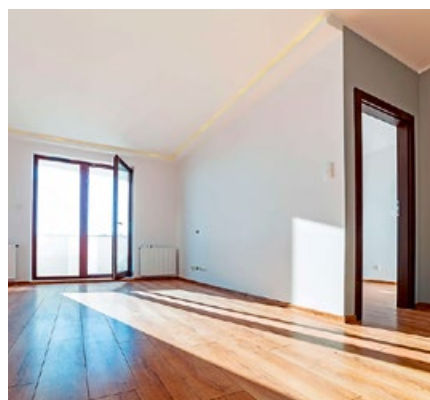
Рецензия эксперта на статью получена 08.12.2020 [Expert review on the article received on December 8, 2020].

Современная нормативная документация в области строительства многоквартирных жилых домов (МКД) с поквартирными генераторами теплоты [1, 2] позволяет по заданию на проектирование не отапливать их лестничные клетки [3]. Сопротивление теплопередаче внутренних ограждений лестниц при этом должно соответствовать требованиям свода Правил 50.13330.2012 [4]. Открытыми при этом остаются вопросы выбора температурного режима лестничных клеток и сопротивления теплопередаче их наружных и внутренних ограждающих конструкций, а также оценки влияния на радиационную температуру примыкающих к ним жилых помещений.

Для решения данных задач в первую очередь необходимо составить тепловой баланс рассматриваемых лестничных клеток (рис. 1), включая межквартирные лестничные площадки, Вт:

$$Q_{с.в} + Q_{дв.в} = Q_{пок.н} + Q_{пер.н} + Q_{с.н} + Q_{о.н} + Q_{дв.н} + Q_{инф}, \quad (1)$$

где $Q_{с.в}$ и $Q_{дв.в}$ — теплопритоки через внутренние стены и двери, Вт; $Q_{пок.н}$, $Q_{пер.н}$, $Q_{с.н}$, $Q_{о.н}$ и $Q_{дв.н}$ — теплопотери через наружные покрытия чердачные, перекрытия над подвалом, стены, окна и двери, Вт; $Q_{инф}$ — теплопотери на грев инфильтрующегося воздуха.



Современные дома с поквартирными теплогенераторами являются, как правило, малоэтажными зданиями (два-три этажа), чьи наружные ограждения соответствуют действующим требованиям тепловой защиты к воздухопроницаемости, что позволяет пренебречь $Q_{инф}$.

Тогда температура воздуха в их лестничных клетках t_l [°C] может быть выражена из (1):

$$\frac{t_l - t_n}{t_{см} - t_l} = \frac{\frac{A_{с.в}}{R_{с.в}} + \frac{A_{дв.в}}{R_{дв.в}}}{X_1 + X_2 + \frac{A_{с.н}}{R_{с.н}} + \frac{A_{о.н}}{R_{о.н}} + \frac{A_{дв.н}}{R_{дв.н}}}, \quad (2)$$

$$\text{где } X_1 = \frac{A_{пок.н}}{R_{пок.н}} n_{пок.н}; X_2 = \frac{A_{пер.н}}{R_{пер.н}} n_{пер.н};$$

$$\text{или } \frac{t_l - t_n}{t_{см} - t_l} = \frac{A_v R_n}{A_n R_v}, \quad (3)$$

$$\text{откуда } t_l = \frac{t_{см} \frac{R_n}{R_v} + t_n \frac{A_n}{A_v}}{\frac{A_n}{A_v} + \frac{R_n}{R_v}}, \quad (4)$$

где $A_{с.в}$ и $A_{дв.в}$ — суммарные площади внутренних стен и дверей, м²; $A_{пок.н}$, $A_{пер.н}$, $A_{с.н}$, $A_{о.н}$ и $A_{дв.н}$ — то же, наружных покрытий чердака, перекрытий над подвалом, стен, окон и дверей, м²; $R_{с.в}$ и $R_{дв.в}$ — приведённые сопротивления теплопередаче внутренних стен и дверей, м²·°C/Вт; $R_{пок.н}$, $R_{пер.н}$, $R_{с.н}$, $R_{о.н}$ и $R_{дв.н}$ — то же, наружных покрытий чердака, перекрытий над подвалом, стен, окон и дверей, м²·°C/Вт; $n_{пок.н}$ и $n_{пер.н}$ — коэффициенты, учитывающие отличие температур чердака и подвала от наружного воздуха; A_v и A_n — суммарные площади внутренних и наружных ограждений мест лестничной клетки, м²; R_v и R_n — средние по площади наружных и внутренних ограждений приведённые сопротивления теплопередаче, учитывающие $n_{пок.н}$ и $n_{пер.н}$, м²·°C/Вт; $t_{см}$ и t_n — температуры воздуха в смежных жилых помещениях и наружная, °C.

УДК 697.9. Номер научной специальности: 05.23.03.

О температурном режиме неотапливаемых лестничных клеток многоквартирных жилых домов с поквартирными генераторами теплоты

М. В. Бодров, д.т.н., доцент, заведующей кафедрой; **В. Ю. Кузин**, к.т.н., доцент; **А. Ф. Юланова**, аспирант, кафедра отопления и вентиляции, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ, г. Нижний Новгород)

Рассмотрено влияние соотношений приведённых сопротивлений теплопередаче наружных и внутренних ограждающих конструкций лестничных клеток многоквартирных жилых домов с поквартирным отоплением на температуру внутреннего воздуха в них, а также на радиационную температуру в смежных жилых помещениях.

Ключевые слова: лестничные клетки, многоквартирные жилые дома, отопление, температурный режим, сопротивление теплопередаче, поквартирные теплогенераторы.

UDC 697.9. The number of scientific specialty: 05.23.03.

On the temperature regime of unheated ladder cells of apartment residential buildings with apartment heat generators

M. V. Bodrov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department; **V. Yu. Kuzin**, PhD, Associate Professor; **Al. F. Yulanova**, graduate student, the Department of Heating and Ventilation, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNSU of ACE, Nizhny Novgorod city)

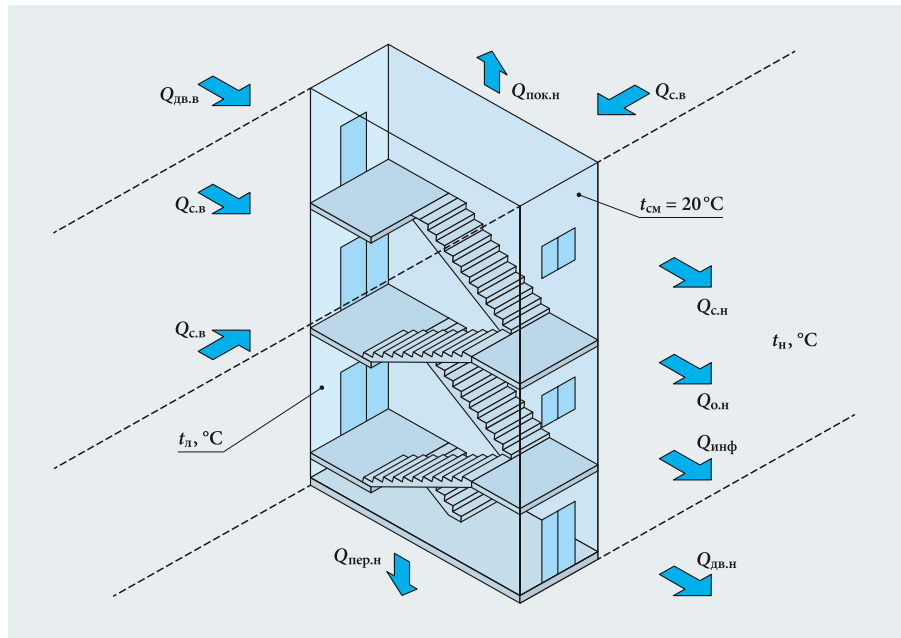
The influence of the ratios of the reduced resistances to heat transfer of external and internal enclosing structures of staircases of apartment buildings with apartment buildings with apartment heating on the temperature of the internal air in them, as well as on the radiation temperature in adjacent residential premises is considered.

Key words: stairwells, apartment buildings, heating, temperature conditions, resistance to heat transfer, apartment heat generators.

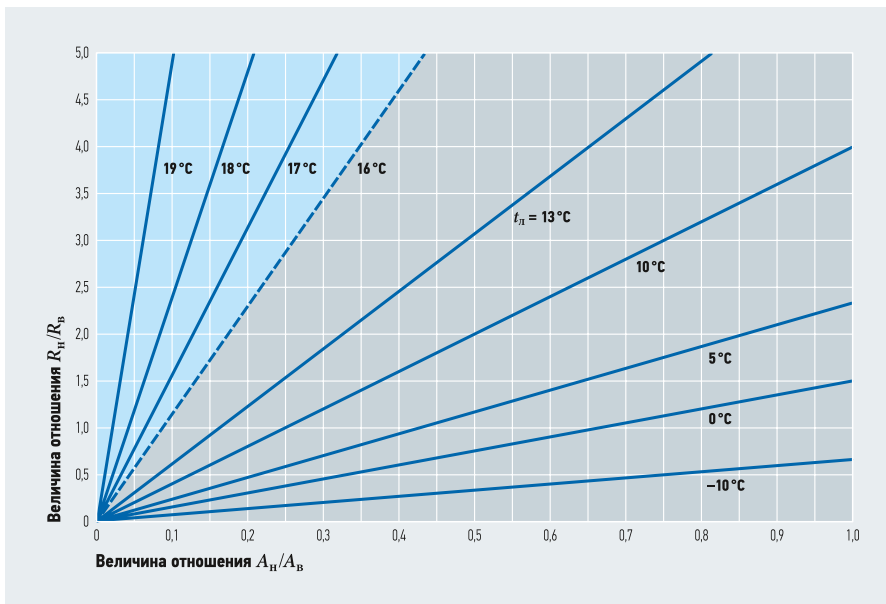
Открытыми остаются вопросы выбора температурного режима лестничных клеток и сопротивления теплопередаче их наружных и внутренних ограждающих конструкций, а также оценки влияния на радиационную температуру примыкающих к ним жилых помещений

Авторами данной работы были определены $t_{л}$, соответствующие определённым сочетаниям $A_{н}/A_{в}$ и $R_{н}/R_{в}$, а также температурам наружного воздуха:

□ $t_{н} = t_{нхп} = -30^{\circ}\text{C}$ — температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 для Нижнего Новгорода (рис. 2);



•• Рис. 1. Расчётная схема теплового баланса лестничной клетки МКД



•• Рис. 2. Зависимость $R_{н}/R_{в}$ от $A_{н}/A_{в}$ при $t_{н} = t_{нхп} = -30^{\circ}\text{C}$

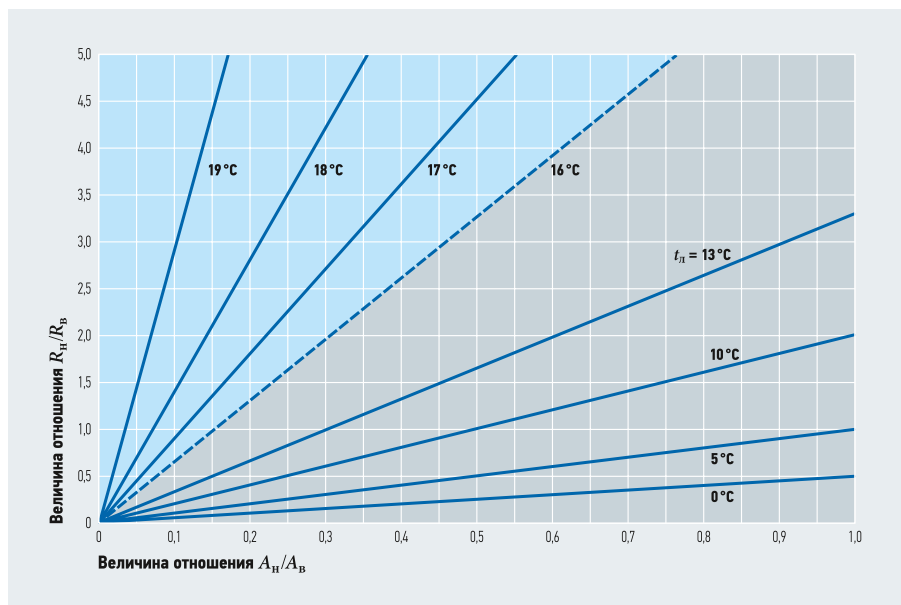
□ $t_{н} = t_{нхм} = -10,1^{\circ}\text{C}$ — средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца для Нижнего Новгорода (рис. 3);

□ $t_{н} = t_{от} = -3,7^{\circ}\text{C}$ — средняя температура воздуха за отопительный период в Нижнем Новгороде при температуре его начала-окончания 8°C (рис. 4).

Чем ниже температура наружного воздуха, тем ниже будет температура лестничной клетки при одних и тех же сочетаниях $A_{н}/A_{в}$ и $R_{н}/R_{в}$. Например, для $A_{н}/A_{в} = 0,2$ и $R_{н}/R_{в} = 3$, при $t_{н} = t_{нхп} = -30^{\circ}\text{C}$ $t_{л} = 16,8^{\circ}\text{C}$; при $t_{н} = t_{нхм} = -10,1^{\circ}\text{C}$ $t_{л} = 18,2^{\circ}\text{C}$; при $t_{н} = t_{от} = -3,7^{\circ}\text{C}$ $t_{л} = 18,5^{\circ}\text{C}$.

В тоже время, если следовать требованиям СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [1] буквально и принять сопротивления теплопередаче внутренних ограждений примерно равными наружным $R_{н}/R_{в} = 1$,

получим при $t_{н} = t_{нхп} = -30^{\circ}\text{C}$ $t_{л} = 11,5^{\circ}\text{C}$; при $t_{н} = t_{нхм} = -10,1^{\circ}\text{C}$ $t_{л} = 14,7^{\circ}\text{C}$; при $t_{н} = t_{от} = -3,7^{\circ}\text{C}$ $t_{л} = 16^{\circ}\text{C}$.
 Во всех рассмотренных случаях расчётная температура лестничной клетки значительно превышает требуемую величину $t_{л} = +5^{\circ}\text{C}$ [5].
 Подобные сочетания достижимы при целом интервале значений условного сопротивления теплопередаче внутренних стен $R_{усл}$ [$\text{м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$], в том числе при $R_{усл} = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$ ($R_{н}/R_{в} = 3$) и $R_{усл} = 3 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$ ($R_{н}/R_{в} = 1$).
 Температуры внутренних поверхностей $t_{вн}$ [$^{\circ}\text{C}$] данных стен, отделяющих рассматриваемую лестничную клетку от смежных помещений при полученных значениях $t_{л}$ приведены в табл. 1.
 Полученные данные свидетельствуют о том, что при соблюдении действующих требований к тепловой защите на-



•• Рис. 3. Зависимость $R_{н}/R_{в}$ от $A_{н}/A_{в}$ при $t_{н} = t_{нхм} = -10,1^{\circ}\text{C}$

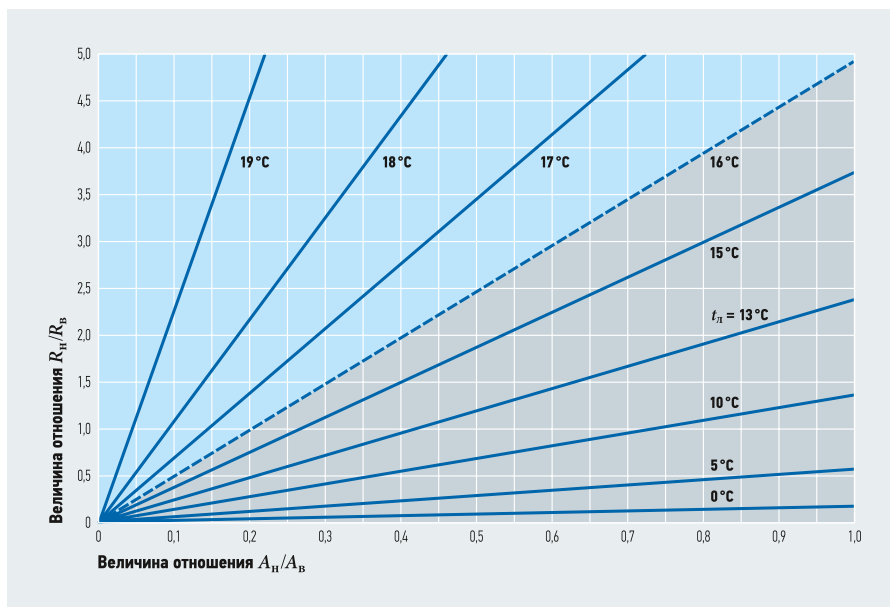


Рис. 4. Зависимость R_n/R_v от A_n/A_v при $t_n = t_{ot} = -3,7^\circ\text{C}$

Температуры внутренних поверхностей стен смежных помещений

табл. 1

Параметр	$R_{\text{усл}} = 1 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$ и $t_{\text{л}}, ^\circ\text{C}$			$R_{\text{усл}} = 3 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$ и $t_{\text{л}}, ^\circ\text{C}$		
	16,8	18,2	18,5	11,5	14,7	16
Температура, $^\circ\text{C}$	19,63	19,79	19,82	19,67	19,79	19,84

ружных стен и обеспечении сопротивления внутренних ограждений на уровне $1\text{--}3 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$, температурный режим лестничной клетки практически не влияет на температуру их внутренней поверхности, а следовательно, и на радиационную температуру жилых комнат и кухонь многоквартирных домов.

Температуры внутренних поверхностей в обоих случаях отличаются незначительно. Разница состоит лишь в большей

толщине тепловой изоляции внутренних стен и более низкой температуре воздуха в лестничной клетке при $R_{\text{усл}} = 3 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$ по сравнению с $R_{\text{усл}} = 1 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Кроме того, общие потери теплоты через наружные ограждения лестничной клетки при более высоком утеплении её внутренних стен в среднем за отопительный период будут ниже на 9,1%.

Вышеизложенное указывает на необходимость экономического обоснования

выбора уровня тепловой защиты наружных и внутренних ограждающих конструкций неотапливаемых лестничных клеток, а также расчетной температуры внутреннего воздуха в них.

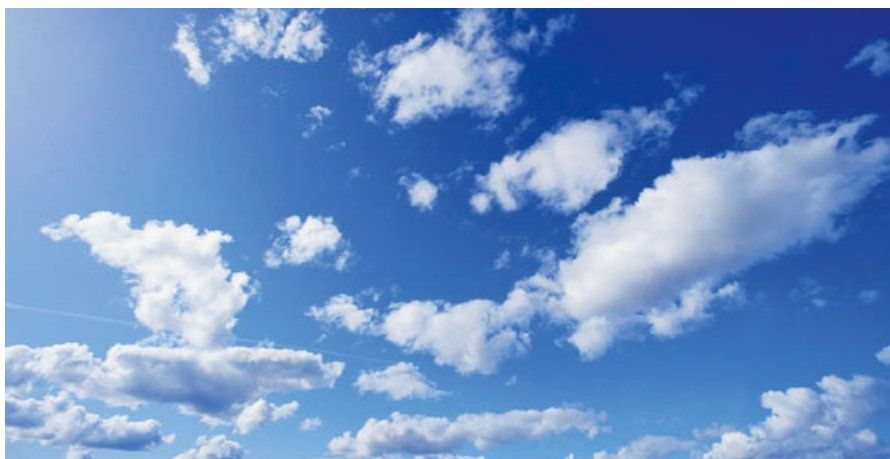
1. Садовская Т.И. Система поквартирного отопления // Энергосбережение, 2009. №1. С. 34–37.
2. Жила В.А., Куркова К.Ю. Особенности систем поквартирного отопления // Аграрный научный журнал, 2018. №5. С. 48–50.
3. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализ. ред. СНиП 41-01-2003 (с Изм. №1). — М.: Минстрой России, 2016.
4. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализ. ред. СНиП 23-02-2003 (с Изм. №1). — М.: ФАУ «ФЦС», 2012.
5. СП 282.1325800.2016. Поквартирные системы теплоснабжения на базе индивидуальных газовых теплогенераторов. Правила проектирования и устройства. — М.: Стандартинформ, 2017.

References — see page 78.



Фото: ГК «Спирит», фотопортал.ru





Системы вентиляции со встроенной автоматикой

С 2019 года ООО «ВЕЗА» начала выпуск обновлённой линейки вентиляционных установок со встроенной автоматикой Aerosmart и Aerostart с улучшенными характеристиками и конструкцией корпуса, улучшенным дизайном и системой автоматического управления с расширенными функциональными возможностями.

Оба указанных класса вентиляционных установок имеют одну отличительную особенность — встроенную систему автоматического управления. Не секрет, что для стабильной работы любой вентиляционной установки, кроме качества исполнения, собственно, самого «железа», требуется также и надёжная система автоматического управления. Однако и этого может оказаться мало, так как эту самую автоматику следует ещё и корректно смонтировать, подключить, настроить и наладить работу уже окончательно собранной системы.

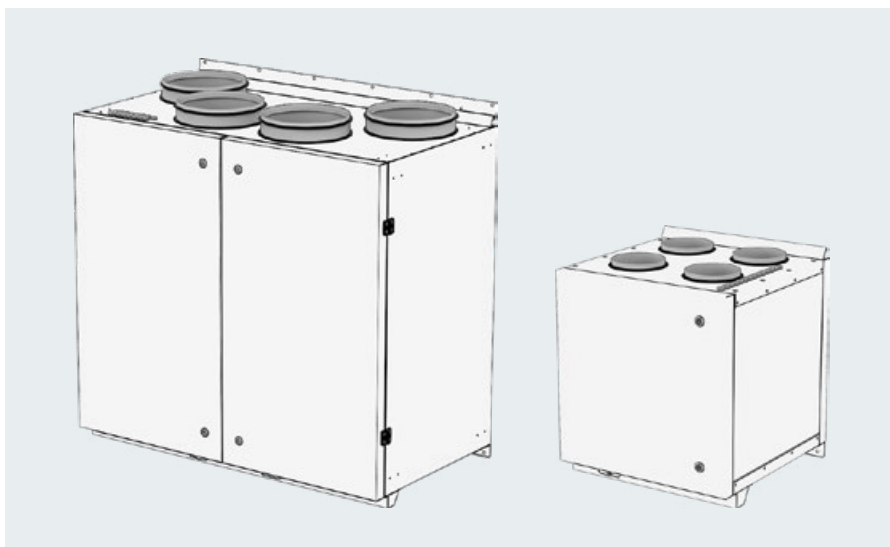
В реальности вентиляционная установка приобретается у одного поставщика, автоматика в лучшем случае — у того же, но сборкой и наладкой работы занимаются уже третьи лица. Фактически на этом примере мы видим закономерное деление ответственности за конечный результат. Кто же в этом случае несёт ответственность за некорректно работающий измерительный датчик — производитель прибора, его поставщик или монтажник? Разрешение подобного рода вопросов может затянуться, что неприемлемо.

Одним из путей решения данной проблемы является применение систем вентиляции со встроенной автоматикой.

То есть клиент приобретает вентиляционную установку с уже смонтированной и протестированной на заводе-производителе автоматикой.

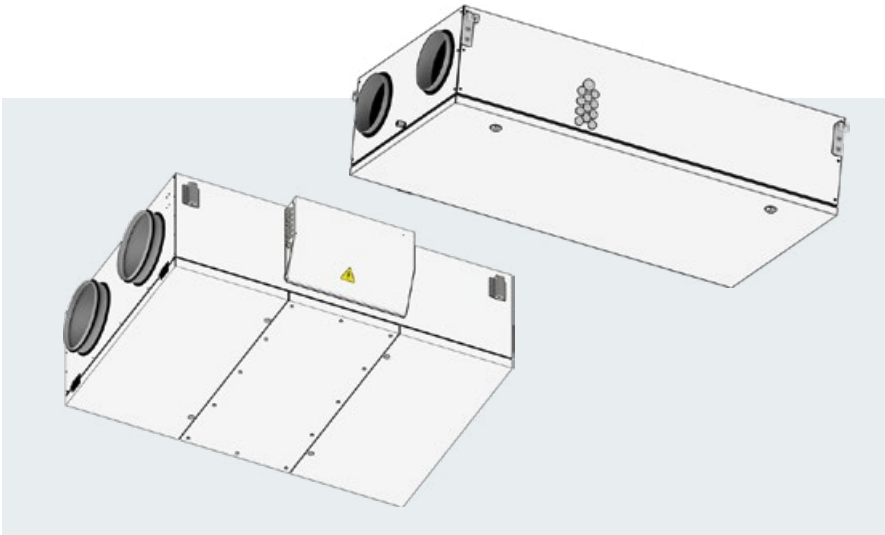
В реальности вентиляционная установка приобретается у одного поставщика, автоматика в лучшем случае — у того же, но сборкой и наладкой работы занимаются уже третьи лица. Фактически на этом примере мы видим закономерное деление ответственности за конечный результат. Кто же несёт в этом случае ответственность?

Вентиляционные установки Aerostart предназначены для организации механической приточно-вытяжной вентиляции различных типов помещений, таких как жилые помещения, объекты коммерческого строительства и т.п. Установки выполняются в подвесном и напольном (настенном) исполнениях, что позволяет их удобно разместить в стеснённых условиях. Диапазон расхода воздуха варьируется в пределах от 200 до 1500 м³/ч.



⚙️ Приточно-вытяжные установки Aerostart в напольном исполнении предназначены для организации эффективной механической приточно-вытяжной вентиляции (от 200 до 1500 м³/ч)

Автор: Д.В. ДОНЦОВ, начальник технического отдела Департамента РО компании ООО «ВЕЗА»



❖ Приточно-вытяжные установки Aerostart в подвесном исполнении предназначены для организации эффективной механической приточно-вытяжной вентиляции (от 200 до 1500 м³/ч)

Установки Aerostart выполнены в утепленном корпусе и оснащены противоточными пластинчатыми рекуператорами (КПД до 90%), вентиляторами с электронно-коммутируемыми двигателями, воздушными фильтрами с классом очистки M5 и электрическими (местами жидкостными) воздушонагревателями.

Вентиляционные установки Aerosmart, в свою очередь, более крупные, и они обеспечивают расход в диапазоне от 1000 до 16 000 м³/ч. Здесь целевая аудитория — в основном объекты коммерческого строительства, административно-бытовые комплексы (АБК), реже объекты жилищного строительства.

Концепция Aerosmart подразумевает в составе центрального блока вентустановки отсутствие каких-либо элементов обработки воздуха, кроме как роторного рекуператора, приточного и вытяжного вентиляторов, воздушных фильтров

В данном случае концепция имеет некоторые отличия — в составе центрального блока вентиляционной установки отсутствуют какие-либо элементы обработки воздуха, кроме как: роторный рекуператор, приточный и вытяжной вентиляторы, воздушные фильтры.



❖ Приточно-вытяжная установка Aerosmart ASM-RR с функцией теплоутилизации и фильтрации воздуха и со встроенной автоматикой (воздухопроизводительность от 1000 до 16 000 м³/ч)

Все остальные устройства, которые организуют нагрев, охлаждение воздуха, глушение шума и дополнительную фильтрацию, представлены самостоятельными блоками с собственными модулями управления и питания.

Основные функции автоматки

1. Поддержание температуры воздуха в воздушном канале и в помещении, как зимой, так и летом.
2. Встроенные протоколы интеграции Modbus RTU & TCP/IP с типовым набором переменных для интеграции в систему диспетчерского управления и сбора данных (Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA).
3. Поддержание постоянного расхода воздуха приточного и вытяжного вентиляторов.
4. Контроль запылённости фильтра при переменной воздухопроизводительности.
5. Поддержание постоянного давления в воздушных каналах, контроль качества воздуха в помещении.
6. Управление эффективностью рекуперации тепла в зависимости от разницы между температурами наружного и вытяжного воздуха.
7. Защита встроенного и внешнего оборудования от механических и электрических перегрузок, замерзания и прочее.
8. Режим экономичного охлаждения помещения летом наружным ночным воздухом.
9. Пуск установки по внешнему сигналу от любого внешнего устройства, датчика или просто выключателя.
10. Журнал аварий позволяет анализировать работу установки (на панели управления и при удалённом подключении).
11. Встроенные часы и таймер, пожарный режим и многое другое. ●



Куда движется рынок VRF в России? Факты и прогнозы

Люди всегда хотели заглянуть в будущее, чтобы получить ответы на свои вопросы. Не нужно быть волшебником или провидцем, чтобы понять, что наше будущее всегда является следствием прошлого, то есть процессов, которые уже произошли или происходят сегодня. И с достаточной точностью можно просчитать ближайшее будущее, анализируя ситуацию сегодняшнего дня и учитывая факторы, которые на неё повлияют. Давайте же подумаем над вопросом «Что будет происходить с рынком VRF в России в ближайшие десять лет?».

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

Во-первых, обратим внимание на динамику продаж систем VRF в прошлом, так как вполне логично предположить, что в будущем законы развития не изменятся, а только немного трансформируются под новые реалии рынка.

Итак, каким же образом менялся рынок VRF в России за прошедшие 20 лет? Чтобы ответить на этот вопрос, мы рассмотрим два условных периода: продажи VRF с 1998 года по 2008-й. Назовём этот период «Развитие». И период с 2008 года по 2018-й — назовём его «Стрессовый». За предоставление информации для анализа благодарим Георгия Литвинчука, лидера в области исследования климатического рынка России.

Период «Развитие» (1998–2008)

За эти десять лет рынок VRF прошёл достаточно большой путь. Продажи в 1998 году были в зачаточном состоянии — около 300 наружных блоков в год по всей стране и по всем брендам. Период с 1998 по 2008 годы стал временем быстрого роста — по 30–40% в год, обусловленного несколькими факторами:

1. Фактор «низкого старта». Климатический рынок в России только начинал своё движение. Если сплит-системы уже уста-

навливались массово климатическими компаниями, то опыт установки VRF был не у всех. Большую часть VRF-систем в 1998 году ставили компании «Ситес» (бренд Daikin), «Петроспек» и «Климатлэнд» (бренд MHI), «Полеель» (бренд Sanyo). По большому счёту, других значимых игроков на рынке систем VRF в тот период не было.

2. Фактор развития экономики России в этот период. Стремительно дорожающая нефть (с \$ 15 в 1998 году до \$ 100 в 2008-м) и обвал рубля в четыре раза в 1998 году (с шести до 24 руб. за доллар) дали сильный приток долларов в экономику России. Их компании вкладывали в покупку и ремонт новых офисов, техники, покупку и монтаж систем кондиционирования воздуха.

Каким образом менялся рынок VRF в России за прошедшие 20 лет? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим два условных периода: продажи VRF с 1998 по 2008 годы (назовём этот период «Развитие») и период с 2008 года по 2018-й — назовём его «Стрессовый»

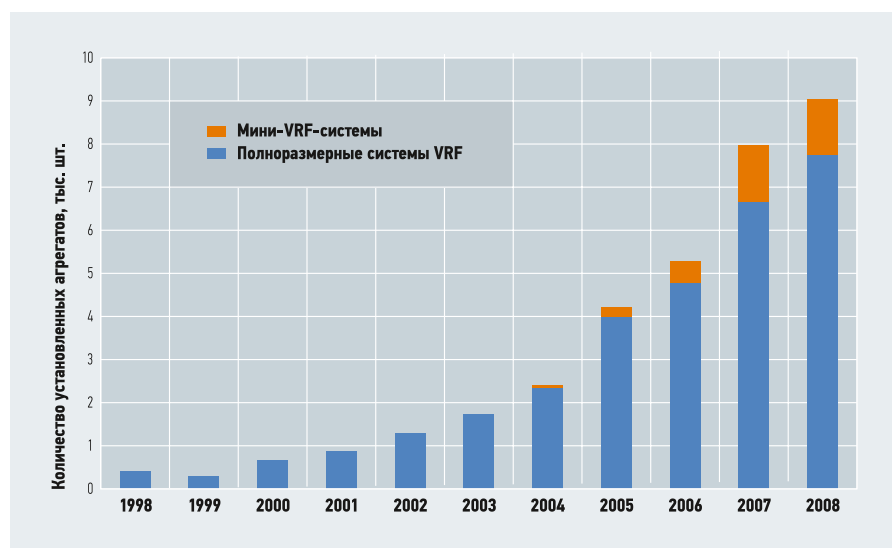


Рис. 1. Продажи VRF-систем по числу внешних блоков (1998–2008 годы)

Источник: «Литвинчук Маркетинг»

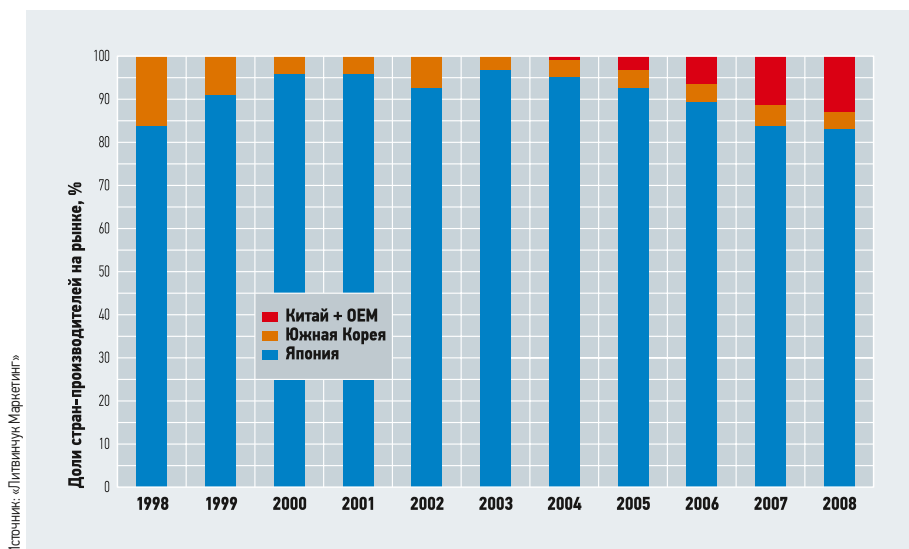


Рис. 2. Доли стран-производителей полноразмерных VRF-систем (1998–2008 годы)

Каково же было разделение по продаваемым брендам? Доминировал на рынке VRF в России бренд Daikin. Происходило это по двум причинам. Во-первых, Daikin исторически первый зашёл на рынок VRF-систем сначала в Японии, а затем во всём мире. Во-вторых, бренд поддерживался грамотной стратегией продвижения оборудования. Эта стратегия была основана на элитном позиционировании («Daikin — это самое лучшее оборудование, поэтому если хочешь лучшее — покупай Daikin»). Владельцы этого бренда также выбирали сильных и лучших региональных партнёров, а следовательно, автоматически «забирали» крупнейшие региональные объекты, что исключало большинство ошибок монтажа. Хотя, справедливости ради, стоит признать, что эта стратегия имела и свои слабые стороны. Например, при любых технических проблемах стоимость ремонта перекладывалась на заказчика, так как «Daikin выйти из строя не может!».

В целом, рынок VRF-систем в России в период 1998–2008 годов делили япон-

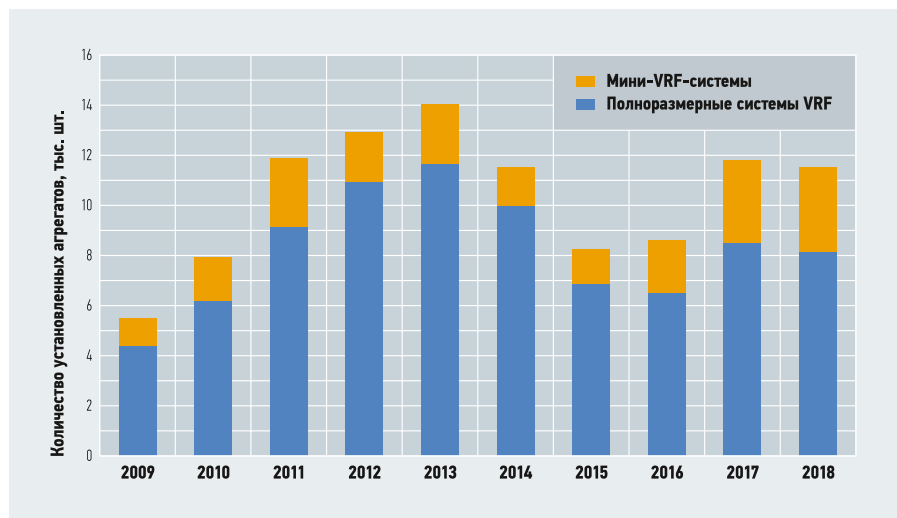


Рис. 3. Продажи VRF-систем по числу внешних блоков (2009–2018 годы)

ские бренды. В 2008 году технике из Страны восходящего солнца принадлежало 83% российского рынка!

Однако именно в этот период над «японцами» нависла угроза, которую никто не ожидал и даже в неё не верил, — это китайские VRF.

Например, применение полностью инверторных компрессоров в японских VRF и примитивных On-Off-технологий у китайских брендов.

«Стрессовый» период (2009–2018)

Резкое падение стоимости нефти на мировых рынках в 2008 году показало, насколько российская экономика уязвима и нестабильна. Рубль подешевел с 24 руб. за доллар до 36. Падение продаж VRF в 2009 году относительно 2008-го было почти двукратное. Однако на примере этого года мы можем заметить важную тенденцию. В случае резкого изменения стоимости оборудования в рублях заказчик закономерно меняет решение на более дешёвое.

Поэтому именно в 2009–2010 годах резко увеличилась доля корейской техники. Китайские VRF в тот период были фактически в зачаточном состоянии, поэтому не смогли занять освободившуюся долю рынка. Отсюда корейская техника, как более дешёвая и единственная на тот период альтернатива японской, резко увеличила свою долю (рис. 3 и 4).

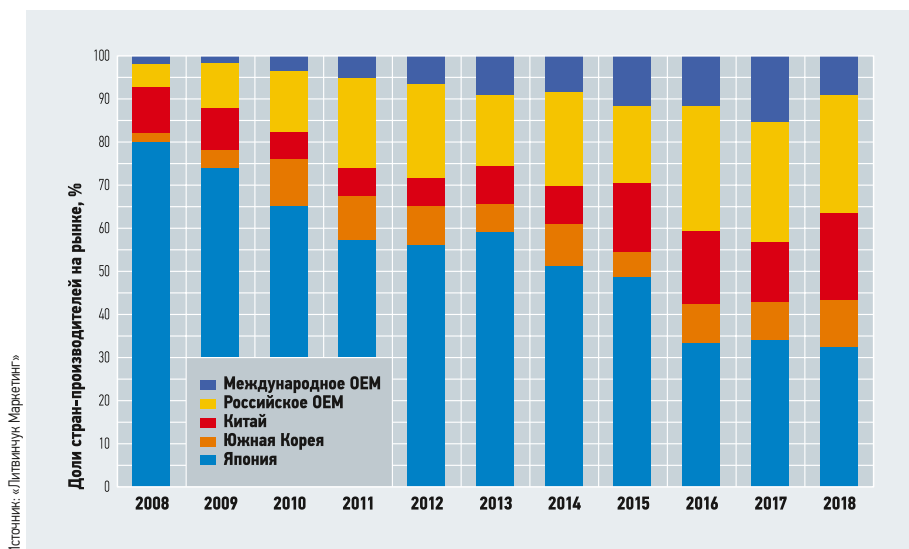


Рис. 4. Доли стран-производителей полноразмерных VRF-систем (2008–2018 годы)

Следующий, 2010 год, оказался уникальным для российского климатического рынка. Во-первых, стоимость нефти резко отыграла вверх, достигнув докризисного уровня в \$80 за баррель. Во-вторых, курс рубля вырос до 28 руб. за доллар.

В-третьих, аномальная жара лета 2010 года дала понять практически всем в России, что кондиционер — это уже не роскошь, а необходимость. И период 2011–2013 годов стал рекордным с точки зрения продаж систем VRF. В 2013 году было продано около 15 тыс. наружных блоков VRF-систем всех типов! И российский рынок VRF стал крупнейшим в Европе.

Однако наступил политический кризис 2014 года, который сразу перешёл в экономический. Падение рубля с 28 до 56 руб. за доллар. Продажи VRF-систем упали до 8000 наружных блоков в год. А что же стало происходить с распределением продаж по странам производства в этот период? Правильно — «японцев» резко вытеснил окрепший Китай. Общее падение рынка VRF в полтора-два раза означало падение продаж японских VRF в три-четыре раза, так как часть объектов стала «уходить» на более дешёвое оборудование.

В целом, период с 2008 по 2018 годы для рынка VRF-систем показал следующие факторы влияния:

- 1. Наличие огромной зависимости продаж VRF от экономической ситуации в стране.** В кризисные периоды объекты «замораживаются», что негативно влияет на продажи в целом.
- 2. В случае экономического кризиса в РФ происходит обесценивание рубля.** Это приводит к переходу на оборудование более дешёвых марок (замена японских VRF на китайские) и более дешёвые решения (замена VRF на сплиты).
- 3. Экономические кризисы повторяются в России достаточно часто.** Поэтому экономически не целесообразно ставить до-

Динамика рынка VRF-систем в РФ будет зависеть от состояния экономики. Повышенные риски вложения денег не позволят инвестировать в оборудование со сроком эксплуатации 15–20 лет. Бизнес будет ориентироваться на короткие сроки окупаемости оборудования

рого оборудование с периодом окупаемости более десяти лет. В приоритете — более дешёвые решения.

Настоящее и будущее (2018–2028) Динамика рынка

Динамика рынка VRF-систем в России будет сильно зависеть от состояния экономики. Плюс повышенные риски вложения денег не позволят инвестировать в оборудование со сроком эксплуатации 15–20 лет (японские VRF). Бизнес будет ориентироваться на короткие сроки окупаемости оборудования, а их обеспечит применение более дешёвых решений: где это возможно — на базе мощных сплит-систем, On-Off компрессорно-конденсаторных блоков (ККБ). С другой стороны, VRF являются конкурентами более дорогих решений на базе систем «чиллер-фанкойлы». Поэтому удешевление «чиллерных» объектов может произойти за счёт дешёвых китайских VRF. В целом рынок VRF в 2018–2028 годах будет колебаться от 8000 до 14 тыс. наружных блоков в год. Хотя резкое изменение политического и экономического курса страны может сильно изменить эти цифры, как в большую, так и меньшую стороны.

Структура рынка

Как же будет, скорее всего, меняться структура рынка VRF-систем? Приведём основные тенденции:

1. Дальнейшая стагнация японского сегмента VRF. Япония уже давно потеряла мировое первенство в объёмах производства Китая. По качеству китайские VRF уже вплотную приблизились к японским при в полтора-два раза меньшей стоимости. Технологические новинки, которые появляются в японских VRF-системах, ещё позволяют их продавать особо требовательным заказчикам, однако таких заказчиков будет всё меньше.

2. Стагнация рынка корейских VRF. Попытка корейцев создавать дорогие и технологически передовые системы VRF, которые будут конкурировать с «японцами» в дорогом сегменте, приведёт к провалу, поскольку доля дорогого сегмента VRF уменьшится в России с 50% в 2018 году до 15% в 2028-м. Эти 15% рынка поделит между собой Япония и Корея. Хотя в будущем возможен переход корейских систем в дешёвый китайский сегмент с упрощением технологий.

3. Увеличение доли оригинальных китайских марок. Если в РФ сохранится стратегия укрупнения бизнеса и увеличение его госконтроля, то это приведёт как к сокращению общего количества объектов, так и к их укрупнению. Большому количеству относительно мелких дистрибуторов будет сложно бороться за такие объекты. И всё большую роль будут приобретать прямые продажи от заводов-изготовителей. Плюс за счёт размеров объектов, отсутствия промежуточных звеньев и дополнительных скидок за оборудование цена закупки будет приближаться к отпускной цене завода. Поэтому никто, кроме заводов, не сможет участвовать в комплектации таких объектов.

4. Относительно стабильное положение OEM-брендов. OEM-системы VRF, которые производятся на китайских заводах, будут чувствовать себя довольно неплохо. Угрозы закрыть все OEM и перевести поставки на оригинальные марки останутся лишь угрозами (по крайней мере, в России). Учитывая тот факт, что, как правило, на OEM отдаётся устаревшее, а значит более дешёвое оборудование, российские OEM будут себя чувствовать на падающем российском рынке комфортно.

5. Увеличение доли мини-VRF. Мини-VRF-системы по стоимости 1 кВт холода дешевле, чем полноразмерные VRF. Максимальная длина трубопроводов на мини-VRF меньше, но при этом на большинстве объектов их можно применить. Кроме того, китайские производители только начинают входить в этот рынок, поэтому Япония и Корея пока не испытывают конкуренции в этом сегменте. Однако ситуация скоро изменится. ●





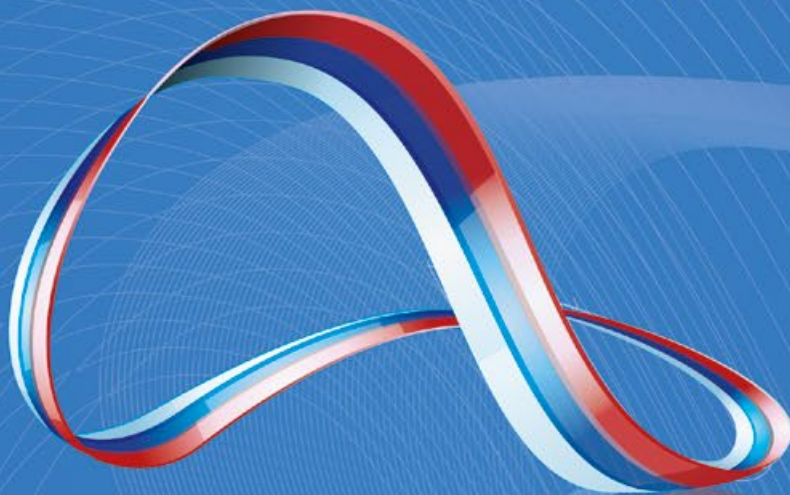
17-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

КЛИМАТА

СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ,
ОТОПЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЙ И КОММЕРЧЕСКИЙ ХОЛОД



ГЛАВНОЕ ОТРАСЛЕВОЕ
СОБЫТИЕ ГОДА*



Бесконечный МИР технологий КЛИМАТА

9-12 МАРТА 2021 МОСКВА, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

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

Получить новых поставщиков и клиентов

Договориться о выгодных условиях и скидках

Найти новые возможности заработать

Узнать о крутых продуктах и технологиях

ОРГАНИЗАТОРЫ:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



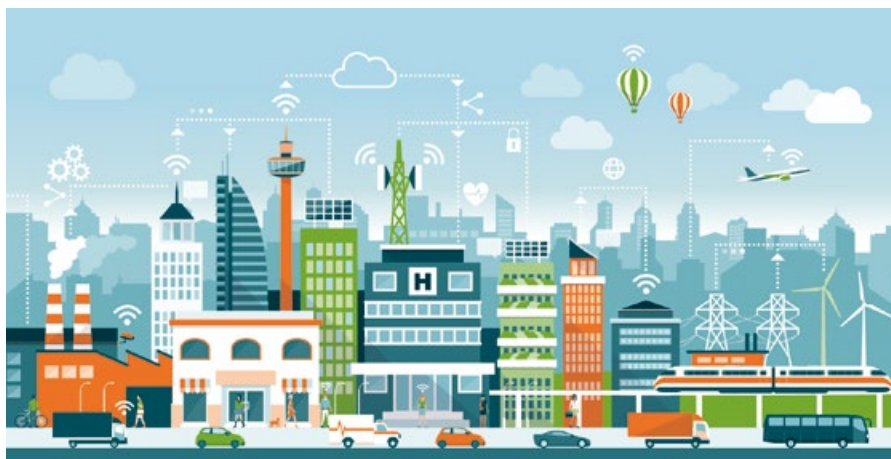
www.climatexpo.ru

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



РЕЦЕПТА

12+



Об уточнённой таблице классов энергоэффективности зданий, отражающей предложенную Правительством РФ долгосрочную динамику повышения требований

В прошлом номере журнала СОК был опубликован резонансный материал «Минстрой России продолжает срывать решения Правительства РФ и Федерального закона № 261-ФЗ» [1]. Сегодня — продолжение данной статьи.

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

На представленный Минстроем России рассматриваемый проект постановления Правительства Российской Федерации пришёл резко отрицательный отзыв Минэнерго России от 3 августа 2020 года № ИА-9023/04 «...о невозможности согласования этого проекта постановления в связи с отсутствием обоснования предлагаемых изменений к существующему подходу к повышению энергетиче-

пересмотрены: с 2018 года — не менее чем на 20%, с 2023-го — на 40% и с 2028-го — на 50% по отношению к базовому уровню. Но и сейчас повышения энергоэффективности зданий нет по причинам, высказанным в прошлой публикации. Конечно, зачем Минстрою России с каждым постановлением устанавливать новые сроки повышения энергоэффективности, если он не намерен их выполнять?



ской эффективности в сфере недвижимости и оценки возможных последствий, а также очевидным несоответствием целям и задачам государственной политики в области повышения энергетической эффективности.

Особую озабоченность вызывает отказ от установления долгосрочной динамики повышения требований к энергетической эффективности зданий...».

Действительно, в утратившем силу по постановлению Правительства РФ от 29 июля 2020 года № 1136 и постановлениях Правительства РФ от 25 января 2011 года № 18 и от 20 мая 2017 года № 603 устанавливались требования уменьшения показателей, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в зданиях, по ППРФ № 18: с 2011 года — не менее чем на 15%, с 2016-го — на 30% и с 2020-го — на 40% по отношению к базовому уровню. Все эти сроки Минстроем России были сорваны. И тогда по ППРФ № 603 сроки были

Неприемлемость в проекте постановления отказа от установления долгосрочной динамики повышения требований к энергоэффективности зданий

Поэтому в рассматриваемый проект постановления Минстрой России сроки повышения энергоэффективности зданий не включает, обосновывая это «исключением дублирования требований энергетической эффективности, поскольку в настоящее время действуют утверждённые Минстроем России приказы от 6 июня 2016 года № 399-пр «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов», от 17 ноября 2017 года № 1550/пр «Об утверждении Требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений», в которых указанные требования установлены (в том числе определена динамика уменьшения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию)».



В отношении этих приказов следует напомнить, что в них присутствуют ошибки, рассмотренные в первой части данной статьи, и уже сорван срок выполнения первого этапа повышения энергоэффективности зданий с 2018 года. Как раз для того, чтобы «исключить дублирование требований», основные показатели энергетической эффективности, в том числе с учётом динамики их изменения, надо сформулировать в постановлении Правительства Российской Федерации, и не требовать интерпретации этого акта в приказах, а сослаться на методические рекомендации по расчёту этих показателей и других необходимых величин, основой которых должен быть цитируемый ранее стандарт СРО НОП 2.01-2014 (при необходимости он может быть доработан к концу нынешнего года в виде Методического пособия).

Поскольку ранее было принято решение, что, для сохранения преемственности с ППРФ №603 динамики уменьшения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и венти-

ляцию, следует начать снижение показателей энергопотребления этих зданий по отношению к базовому уровню с 1 января 2021 года сразу на 25 %.

Тогда должна быть изменена таблица классов энергоэффективности из приказа Минстроя №399-пр, как не только для применения в МКД, но и в зданиях общественного назначения, а также следует пересмотреть заданный диапазон отклонения значений расчётного (фактического) удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня. Ранее, чтобы перейти из «нормального» класса

Требования уменьшения показателей, характеризующих годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в зданиях, согласно ППРФ № 18, следует начинать с 1 января 2021 года — на 25 %, с 2023 года — на 40 %, с 2028 года — на 50 % по отношению к базовому уровню

в «повышенный», достаточно было 15 % снижения рассчитанного удельного годового расхода теплоты на отопление и вентиляцию МКД, но тогда не будет выполнено новое требование о 25%-м снижении этого расхода на первом этапе.

По новой рекомендуемой динамике изменения энергопотребления для «нормального» класса D диапазон отклонений должен быть от 0 до -25 %, для «повышенного» класса C от -25 до -40 %, для «высокого» класса B от -40 до -50 %, для «очень высокого» класса A+ от -50 до -60 %, для класса A++ от -60 до -70 %, для класса A+++ от -70 % и ниже. По результатам фактических измерений существующих МКД следует расширить пределы отклонений низших классов: для «пониженного» класса E от +35 до 0 %, для «низкого» класса F от +70 до +35 %, «очень низкого» класса G — выше +70 %.



В противном случае, если оставлять уровень «самого низкого» класса выше +50 %, как в приказе №399, то при указании, что капитальный ремонт подлежат все здания класса энергоэффективности G, под него подпадут все здания, построенные до 2000 года. Сказанное отражено в табл. 3, которая прилагается (как и предыдущая табл. 2 [1]) в качестве Приложения к проекту постановления Правительства РФ.

Кроме того, следует устранить ошибку в п. 23 существующей редакции приказа Минстроя №399-пр, где в «заселение 20 м² общей площади помещения на одного жителя» надо вместо «помещения» записать «квартиры», а в «удельным бытовым внутренним теплопотуплениям 17 Вт/м² общей площади» записать «жилой» вместо «общей». В противном случае бытовые теплопотупления будут неоправданно завышены на 55–65 %.

Классы энергетической эффективности зданий

табл. 3

Обозначение класса энергоэффективности	Наименование класса энергоэффективности	Величина отклонения значения расчётного (фактического) удельного годового расхода энергоресурсов от базового уровня, %
A+++	Очень высокий +++	от -70 и ниже
A++	Очень высокий ++	от -60 до -70
с 2028 года A+	Очень высокий +	от -50 до -60
с 2023 года B	Высокий	от -40 до -50
с 2021 года C	Повышенный	от -25 до -40
с 2003 года D	Нормальный	от 0 до -25
до 2003 года E	Пониженный	от +35 до 0
до 2003 года F	Низкий	от +70 до +35
до 2003 года G	Очень низкий	выше +70

Необходимо отдельно конкретизировать, что класс энергоэффективности устанавливается:

- а) для жилых и общественных зданий нового строительства и реконструкции, подлежащих государственному строительному надзору, — органом государственного строительного надзора на основании проектной документации с заключением экспертизы, и указывается в заключении органа государственного строительного надзора о соответствии;
- б) для многоквартирных домов, находящихся в эксплуатации, — органом государственного жилищного надзора на основании проектной документации с заключением экспертизы, а также путём сопоставления ожидаемого проектного значения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию дома с фактически измеренным и пересчитан-



к расчётной тепловой нагрузке системы отопления в разделе проекта ОВ и разделе «Энергоэффективность», причём при величине коэффициента запаса $k_{зап} \geq 1,1$ следует пересчитать требуемые расчётные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе, и в зависимости от соотношения величины бытовых теплопотуплений к расчётной нагрузке системы отопления рассчитать угол наклона температурного графика, поддерживаемого контроллером регулятора подачи теплоты в систему отопления, установленного в АИТП или на автоматизированном узле управления (АУУ) при теплоснабжении от ЦТП, в соответствии с рекомендациями методического пособия «Требования к составу, содержанию и расчёту показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания...»];

ным на нормализованный отопительный период, и указывается в акте проверки соответствия многоквартирного дома требованиям энергоэффективности.

Также необходимо указать, что класс энергетической эффективности определяется на стадии:

- а) проектирования для строящихся и капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий — исходя из сравнения (определения величины отклонения) рассчитанного в проекте удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, подтверждённого экспертизой, и базового значения аналогичного показателя для тех же климатических условий региона строительства [при этом следует определить коэффициент проектного запаса тепловой мощности системы отопления по отношению



б) ввода строящегося здания в эксплуатацию — исходя из сравнения фактического расхода, определённого инструментально-расчётным методом в незаселённом здании (но с подключённой системой авторегулирования отопления и настройкой контроллера на определённый по методическому пособию график), пересчитанного на нормализованный отопительный период, и ожидаемого (принятого в проекте) с учётом исходных данных по нормируемому воздухообмену, удельной величине бытовых теплопоступлений, степени автоматизации регулирования подачи теплоты в систему отопления и с учётом накопленной в период строительства влаги в ограждающих строительных конструкциях, удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию и проектного значения аналогичного показателя;

в) ввода в эксплуатацию прошедшего капитальный ремонт здания и при установленном превышении запаса тепловой мощности системы отопления ($k_{\text{зап}} \geq 1,1$) — следует пересчитать требуемые расчётные параметры теплоносителя, циркулирующего в системе, и в зависимости от соотношения величины бытовых теплопоступлений к расчётной нагрузке системы отопления установить угол наклона температурного графика, поддерживаемого контроллером регулятора подачи теплоты в систему отопления, в соответствии с рекомендациями методического пособия (причём только после включения контроллера на заданный график, исходя из сравнения фактически измененного за период не менее 14 суток, пересчитанного на нормализованный отопительный период и переведённого в удельную величину годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, и базового значения аналогичного показателя).

Базовый и нормируемый с 2021 года удельный годовой расход энергоресурсов, потребляемых зданиями

Одним из основных показателей, характеризующих выполнение требований энергетической эффективности МКД, в соответствии с ППРФ №603 является удельный годовой расход тепловой энергии на их отопление и вентиляцию. Базовые значения данного показателя в табл. 9 СНиП 23-02-2003 приведены по отношению к 1 м² площади квартир и градусо-суткам отопительного периода (ГСОП) в размерности кДж/(м²·°C·сут.).

В Требованиях к правилам определения класса энергетической эффективности МКД (согласно изменениям ППРФ от 9 декабря 2013 года № 1129) в п. 4г указано, что «базовые значения показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов в многоквартирном доме должны отражать также суммарный удельный расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на электроснабжение в части расхода электрической энергии на общедомовые нужды».

Но удельные годовые расходы тепловой энергии на горячее водоснабжение, а также электрической энергии на общедомовые нужды назначаются в размерности кВт·ч/м² (см. ГОСТ Р 31427-2010).

Отсюда возникла задача пересчёта для разных регионов базового расхода на ОВ из кДж/(м²·°C·сут.) в кВт·ч/м². В СНиП 23-02-2003 такой задачи не стояло, потому что по Приложению Г определялся расчётный расход в кВт·ч/м² с учётом изменённых в зависимости от ГСОП региона сопротивлений теплопередаче наружных ограждений,



Лучшее предложение сезона

Тепловизор testo 868

обладает самым высоким качеством тепловизионного изображения в своем классе

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

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

а затем он делился на ГСОП этого региона с пересчётом кВт·ч в кДж/(м²·°C·сут.) и сравнивался с требуемым базовым значением по табл. 9, приведённым в той же размерности. Здесь всё было правильно.

Но для определения базового суммарного удельного годового расхода энергетических ресурсов МКД базовый расход тепловой энергии на ОВ требуется предварительно пересчитать в кВт·ч/м². При этом многие, в том числе и авторы приказа Минстроя от 6 июня 2016 года № 399, ошибочно полагали, что для установления базового или нормируемого удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД в каком-то регионе надо табличные значения умножать только на ГСОП этого региона.

Приводятся уточнённые таблицы базового и нормируемого с 2021 года значений удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию многоквартирных домов (табл. 4), малоэтажных многоквартирных домов (табл. 5) и общественных зданий массового применения (табл. 6)

Ошибка заключалась в том, что при этом не учитывалось изменение нормируемого сопротивления теплопередаче наружных ограждений (в соответствии с табл. 4 того же СНиП), также зависящего от ГСОП, и меняющееся вследствие этого соотношение составляющих теплового баланса здания.

Наряду с составляющими, зависящими от изменения температуры наружного воздуха (теплопотери через наружные ограждения и на нагрев воздуха, инфильтрующегося через окна), в уравнение теплового баланса проектируемого объекта входят также внутренние (бытовые) тепlopоступления, удельная величина которых не зависит от климатических условий региона и практически постоянна для всех регионов в диапазоне широт 45–60°.

Это означает, что относительные теплопотери здания, приведённые к 1°C перепада температур внутреннего и наружного воздуха, будут понижаться с повышением ГСОП (из-за повышения сопротивления теплопередаче наружных ограждений), а потому при умножении значений, представленных в табл. 9 СНиП 23-02, на ГСОП надо вводить коэффициент, учитывающий данное обстоятельство, а также принимающий во внимание изменения в тепловом балансе здания.

Такой региональный коэффициент $k_{пер}$ был нами найден (обоснование величин базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий для разных регионов России приводится в статье «Обоснование величин

базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий для разных регионов России» [2]). Он составляет: при ГСОП = 4000°C·сут. $k_{пер} = 1,0$; при ГСОП = 3000°C·сут. и менее $k_{пер} = 1,1$; при ГСОП = 5000°C·сут.

•• Базовый и нормируемый с 2021 года удельный годовой расход энергоресурсов в МКД* табл. 4

Удельный показатель расхода энергоресурсов	Градусо-сутки отопительного периода, °C·сут.	Удельный годовой расход энергоресурсов [кВт·ч/м ²], в зависимости от количества этажей в здании						
		2	4	6	8	10	12 и выше	
Базовые значения удельного суммарного расхода энергоресурсов								
— тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды*1	2000	220	208	215	210	208	206	
	3000	239	222	226	220	216	214	
	4000	260	238	242	234	230	228	
	5000	275	252	254	245	240	238	
	6000	302	274	274	264	258	255	
	8000	359	321	319	305	297	293	
— в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию	2000	66	54	51	46	44	43	
	3000	99	82	76	70	66	64	
	4000	120	99	92	84	80	78	
	5000	135	111	104	95	90	88	
	6000	162	134	124	114	108	105	
	8000	216	178	166	152	144	140	
10000	270	223	207	190	180	176		
	Нормируемые с 2021 года значения удельного суммарного расхода энергоресурсов							
	— тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и электрической энергии на общедомовые нужды*1	2000	165	156	161	158	156	155
		3000	179	167	170	165	162	161
		4000	195	179	182	176	173	171
		5000	206	189	191	184	180	179
6000		227	206	206	198	194	191	
8000		269	241	239	229	223	220	
— в том числе тепловой энергии на отопление и вентиляцию	10000	310	275	270	257	250	247	
	2000	50	41	38	35	33	32	
	3000	74	62	57	53	50	48	
	4000	90	74	69	63	60	59	
	5000	101	83	78	71	68	66	
	6000	122	101	93	86	81	79	
8000	162	134	125	114	108	105		
10000	203	167	155	143	135	132		

* Отражающий суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также расход электрической энергии на общедомовые нужды и квартиры. Примечания:

- *1 При установлении базового уровня удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию были приняты следующие расчётные условия: температура внутреннего воздуха в квартирах 20 °C, заселение 20 м² общей площади квартир на одного жителя, что соответствует нормативному воздухообмену 30 м³/ч на человека и удельным внутренним тепlopоступлениям 17 Вт/м² жилой площади. Базовый удельный годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение принимается в соответствии с СП 30.13330 для заселённости 20 м² площади квартир и зависит от климатического района, как по водопотреблению, так и по длительности отопительного периода, с отнесением к градусо-суткам нормализованного отопительного периода: при ГСОП = 2000 °C·сут. он равен 149 кВт·ч/м², при ГСОП = 3000–6000 °C·сут. — 135 кВт·ч/м² и при ГСОП = 8000–10 000 °C·сут. — 138 кВт·ч/м². Базовый удельный годовой расход электрической энергии на общедомовые нужды принят равным 6 кВт·ч/м² площади квартир для зданий выше пяти этажей и 2 кВт·ч/м² для зданий в пять этажей и ниже (из-за отсутствия лифтов и подкачивающих насосов водоснабжения), принимается с повышающим в 2,5 раза коэффициентом пересчёта электрического киловатт-часа в тепловой.
- Базовый удельный (на 1 м² общей площади квартир без летних помещений) годовой расход электроэнергии в квартирах на освещение и пользование электрическими приборами и кухонным оборудованием равен при заселённости квартир 20 м² на человека 43 кВт·ч/м² при наличии электрических плит и 26,2 кВт·ч/м² при газовых плитах, а при заселённости 40 м² на человека — 27 кВт·ч/м² и 16,4 кВт·ч/м², соответственно. При промежуточных значениях заселённости следует определять методом линейной интерполяции. Полученные величины умножаются на повышающий в 2,5 раза коэффициент пересчёта электрического киловатт-часа в тепловой и прибавляются к показателям первого блока суммарного расхода энергоресурсов.
- Для многоквартирных многоквартирных домов с секциями разной этажности при определении расчётного значения удельного годового расхода энергетических ресурсов для сравнения с базовым этажность дома усредняется.
- Промежуточные значения удельного годового расхода энергетических ресурсов следует определять методом линейной интерполяции по этажности многоквартирного дома и градусо-суткам отопительного периода, за исключением блока расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию для диапазона ГСОП более 3000 и менее 5000, где показатель базового расхода соответствующей этажности определяется путём умножения этого показателя при ГСОП = 4000 °C·сут. на соотношение искомого значения ГСОП к 4000 °C·сут. и на региональный коэффициент $k_{пер}$, равный 1,0 при ГСОП = 4000 °C·сут., пропорционально уменьшающийся до $k_{пер} = 0,9$ при ГСОП = 5000 °C·сут. и увеличивающийся до $k_{пер} = 1,1$ при ГСОП = 3000 °C·сут.
- Для регионов, имеющих значение ГСОП = 8000 °C·сут. и более, допускается повышение базовых значений на 5 %.

Базовый и нормируемый с 2021 года удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию малоэтажных многоквартирных домов* табл. 5

Отапливаемая площадь здания, м ²	Удельный годовой расход тепловой энергии для отопления и вентиляции отнесённый к градусо-суткам отопительного периода, Вт·ч/(м ² ·°С·сут.)			
	1 этаж	2 этажа	3 этажа	4 этажа
Базовые значения удельного годового расхода тепловой энергии				
60 и менее	38,9	—	—	—
100	34,7	37,5	—	—
150	30,6	33,3	36,1	—
250	27,8	29,2	30,6	32,0
400	—	25,0	26,4	27,8
600	—	22,2	23,6	25,0
1000 и более	—	19,4	20,8	22,2
Нормируемые с 2021 года значения удельного годового расхода тепловой энергии				
60 и менее	29,2	—	—	—
100	26,0	28,1	—	—
150	23,0	25,0	27,1	—
250	20,9	21,9	23,0	24,0
400	—	18,8	19,8	20,9
600	—	16,7	17,7	18,8
1000 и более	—	14,6	15,6	16,7

* Отнесённый к градусо-суткам отопительного периода, Вт·ч/(м²·°С·сут.).
 Примечания: 1. При промежуточных значениях отапливаемой площади здания в интервале 60–1000 м² значения $\theta_{эн/эф}$ следует определять по линейной интерполляции. 2. Под отапливаемой площадью многоквартирного дома понимают сумму площадей отапливаемых помещений с расчётной температурой внутреннего воздуха выше 12 °С, для блокированных зданий — площадь квартиры.

Базовый и нормируемый с 2021 года удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию общественных зданий* табл. 6

Типы зданий / этажность	1	2	3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12–25	
Базовые значения удельного годового расхода тепловой энергии									
1. Гостиницы, общежития	27,8	25,0	24,4	23,6	22,2	21,1	20,0	19,4	
2. Общественные, за исключением поз. 3–6 настоящей таблицы*1	38,5	34,8	33,0	29,3	28,4	27,1	25,7	24,5	
	44,3	40,0	38,0	33,7	32,7	31,2	29,6	28,2	
3. Поликлиники и лечебные учреждения*2	33,8	32,8	31,8	30,8	29,3	28,3	27,7	26,9	
	37,8	36,8	35,8	34,8	33,4	32,4	31,8	31,0	
4. Дошкольные учреждения, хосписы	41,2	41,2	41,2	—	—	—	—	—	
5. Административного назначения (офисы)	33,0	31,2	30,3	24,8	22,0	20,2	18,6	18,4	
6. Сервисного обслуживания, культурно-досуговой и физкультурно-оздоровительной направленности*3 при температуре воздуха в помещении, °С	20	28,8	27,5	26,1	25,2	24,7	24,2	23,7	—
		[6,4]	[6,1]	[5,8]	[5,6]	[5,5]	[5,4]	[5,3]	—
	18	26,6	25,7	23,9	23,0	22,5	22,0	21,5	—
		[5,9]	[5,7]	[5,3]	[5,1]	[5,0]	[4,9]	[4,8]	—
	13–17	23,9	23,0	22,1	21,2	20,7	20,2	19,7	—
		[5,3]	[5,1]	[4,9]	[4,7]	[4,6]	[4,5]	[4,4]	—
Нормируемые с 2021 года значения удельного годового расхода тепловой энергии									
1. Гостиницы, общежития	22,2	20,0	19,5	18,9	17,8	16,9	16,0	15,5	
2. Общественные, за исключением поз. 3–6 настоящей таблицы*1	30,8	27,8	26,4	23,4	22,7	21,7	20,6	19,6	
	35,4	32,0	30,4	27,0	26,2	25,0	23,7	22,6	
3. Поликлиники и лечебные учреждения*2	27,0	26,2	25,4	24,6	23,4	22,6	22,2	21,5	
	30,2	29,4	28,6	27,8	26,7	25,9	25,4	24,8	
4. Дошкольные учреждения, хосписы	33,0	33,0	33,0	—	—	—	—	—	
5. Административного назначения (офисы)	26,4	25,0	24,2	19,8	17,6	16,2	14,9	14,7	
6. Сервисного обслуживания, культурно-досуговой и физкультурно-оздоровительной направленности*3, при температуре воздуха в помещении, °С	20	23,0	22,0	20,9	20,2	19,8	19,4	19,0	—
		[5,12]	[4,88]	[4,64]	[4,48]	[4,4]	[4,32]	[4,24]	—
	18	21,3	20,6	19,1	18,4	18,0	17,6	17,2	—
		[4,72]	[4,56]	[4,24]	[4,08]	[4,0]	[3,92]	[3,84]	—
	13–17	19,1	18,4	17,7	17,0	16,6	16,2	15,8	—
		[4,24]	[4,08]	[3,92]	[3,76]	[3,68]	[3,6]	[3,52]	—

* Отнесённый к градусо-суткам отопительного периода, Вт·ч/(м²·°С·сут.).
 Примечания: *1 Верхняя строка — с односторонним режимом работы, нижняя — с полусторонним. *2 Верхняя строка — с полусторонним режимом работы, нижняя — с круглосуточным. *3 В квадратных скобках приведены значения Вт·ч/(м²·°С·сут.) для зданий с высотой этажа от пола до потолка более 3,6 м, отнесённые к отапливаемому объёму помещений полезной площади здания, в который входят также площади, занимаемые эскалаторными линиями и атриумами. Остальные значения — на 1 м² полезной площади помещений. Нормируемые показатели в поз. 1–5 приведены на 1 м² при высоте этажа от пола до потолка 2,7–3,3 м. Для регионов, имеющих значение ГСОП = 8000 °С·сут. и более, допускается повышение базовых значений на 5%.

и более $k_{пер} = 0,9$; в диапазоне ГСОП от 3000 до 5000 °С·сут. значения находятся с помощью линейной интерполляции.

Исходя из изложенного, в новой таблице пересчитаны показатели базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД для каждого региона строительства с соответствующими значениями градусо-суток отопительного периода, основываясь на табл. 9 СНиП 23-02–2003.

Данные, приведённые в табл. 4, 5 и 6, должны быть включены в качестве Приложения в проект рассматриваемого постановления Правительства Российской Федерации

Кроме того, отметив равномерный характер изменения в данной табл. 9 базовых показателей в зависимости от этажности здания, можно сделать вывод, будто бы все многоквартирные дома запроектированы с современным решением чердачного пространства в виде сборной камеры удаляемого вытяжной вентиляцией воздуха с выбросом его наружу через вытяжную шахту (так называемый «тёплый чердак»). Такие дома на 5–7% потребляют меньше теплоты, чем дома с совмещённым бесчердачным покрытием.

Но такое решение применяют только для домов с семью этажами и выше. Поэтому показатели табл. 9 СНиП 23-02 для домов этажностью шесть и менее должны быть пересчитаны с учётом этого обстоятельства.

Одновременно отметим, что по сравнению с табл. 9 было признано целесообразным включить двухэтажные секционные многоквартирные дома, широко распространённые в малых городах, показатели которых нет в табл. 9 СНиП 23-02–2003.

Построенная с учётом изложенного табл. 4 представлена ниже и вместе с последующими табл. 5 (для малоэтажных многоквартирных домов) и табл. 6 (для общественных зданий различного назначения) должна быть включена в качестве Приложения к проекту рассматриваемого постановления Правительства РФ.

1. Ливчак В.И. Минстрой России продолжает срывать решения Правительства РФ и Федерального закона № 261-ФЗ // Журнал СОК, 2020. № 10. С. 50–57.
2. Ливчак В.И., Горшков А.С. Обоснование величин базового удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий для разных регионов России // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2018. № 2. С. 38–43.



Моделирование в ПО COMSOL Multiphysics функциональных характеристик окон зданий ЖКХ

Введение

При проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений ЖКХ за основу берутся требования экологии к объектам недвижимости. Важной составляющей данных требований являются задачи экологии внутренней среды: тепловой и акустический комфорт помещений. То и другое условие непосредственно связано с окнами. Именно через них прежде всего выходит тепло из помещения и проникает шум улицы. Поэтому потребителю крайне важно выбрать наиболее подходящие варианты окон, удовлетворяющие, по крайней мере, отмеченным выше характеристикам помещения.

В настоящее время в России основные требования к характеристикам оконных блоков и стеклопакетов стандартизированы [1, 2], в том числе и расчёт температурных полей в них [3]. В то же время за рубежом необходимое внимание уделяется и задачам верификации расчётных моделей при проектировании оконных конструкций. Так, например, международный стандарт ISO 10077-2:2012 регламентирует тепловые характеристики остекления окон и предоставляет расчётные значения, предназначенные для проверки различных компьютерных программ при моделировании тепловых потерь в оконных блоках [4].

Программное обеспечение COMSOL Multiphysics успешно проходит все подобные тестовые испытания расчёта температурных полей и тепловых потоков через ограждающие конструкции с корректным построением моделей объектов, получением расчётной сетки и заданной точности результатов [5, 6]. При этом численные решения сопровождаются наглядной визуализацией, что позволяет в доступной форме объяснять сложные вопросы, возникающие при описании физики процессов в узлах строительных объектов, в частности, в оконных блоках современных зданий.

Такие оконные блоки обычно состоят не из одинарных листов стекла, а из стеклопакетов, обладающих улучшенными характеристиками теплосбережения и защиты от уличного шума. При этом структура оконных блоков значительно усложняется. Пространство между стёклами стеклопакета делается герметичным и заполняется, как правило, осушенным воздухом или инертным газом. В связи с этим у потребителя часто возникает вопрос: каким образом инертный газ в стеклопакете влияет на улучшение его эксплуатационных характеристик? Популярные объяснения сложных процессов, протекающих в межстекольном пространстве стеклопакета, сводятся к тому,

Рецензия эксперта на статью получена 08.12.2020 [Expert review on the article received on December 8, 2020].

УДК 697.13. Научная специальность: 05.23.03.

Моделирование в COMSOL Multiphysics функциональных характеристик окон зданий 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)

Важными составляющими требований экологии объектов недвижимости являются условия теплового и акустического комфорта помещений. Анализ функционирования окон зданий показал, что через них в основном теряется тепло помещений и проникает шум улицы. Задачи оптимизации этих процессов успешно решаются на моделях в программном обеспечении COMSOL Multiphysics. Данный метод моделирования тепловых и акустических характеристик однокамерных стеклопакетов оконных блоков проверен в зависимости от условий эксплуатации.

Ключевые слова: экология объектов недвижимости, внутренняя среда объектов, оконные блоки, стеклопакеты, тепловой комфорт, акустический комфорт, моделирование в COMSOL Multiphysics.

UDC 697.13. The number of scientific specialty: 05.23.03.

Modeling in COMSOL Multiphysics of the functional characteristics of windows in housing and communal services buildings

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 (RSUTS, dp. Cherkizovo)

The conditions of thermal and acoustic comfort for premises are important components of environmental requirements for real estate objects. The analysis of the functioning of the windows of buildings showed that through them the heat of the premises is mainly lost and the noise of the street penetrates. Optimization of these processes is successfully solved on models in COMSOL Multiphysics software. This method of modeling the thermal and acoustic characteristics of single-chamber double-glazed windows of window blocks has been tested depending on the operating conditions.

Key words: ecology of real estate objects, the internal environment of objects, window blocks, double-glazed windows, thermal comfort, acoustic comfort, modeling in COMSOL Multiphysics.



что заполнение его простым воздухом, являющимся, между прочим, хорошим теплоизолятором, недопустимо из-за высокого содержания в нём влаги. Это неизбежно приводит к появлению конденсата в процессе эксплуатации окон. Кроме того, воздух в таком случае не решает задачи эффективной защиты помещения от уличного шума.

Все эти вопросы можно наглядно и корректно на основе фундаментальных физических законов объяснить и показать на численных моделях, построенных в ПО COMSOL Multiphysics.

При строительстве и эксплуатации зданий ЖКХ в регионах России, значительно различающихся климатическими условиями, важно иметь базу данных по функциональным характеристикам элементов оконных блоков из традиционных для данной местности строительных материалов, обеспечивающих комфортное проживание. В этой связи особенно полезно, что количественные характеристики моделей COMSOL при разных начальных условиях и свойствах материалов легко сравнивать между собой и находить оптимальный вариант.

На первом этапе исследования задач экологии внутренней среды жилого помещения решаются вопросы совместного влияния тепла и влажности на функциональные характеристики оконных блоков с однокамерными стеклопакетами.

Секция окна отделяет тёплую внутреннюю сторону помещения от его холодной наружной стороны. Конструкция модели состоит из деревянной рамы с однокамерным стеклопакетом. Геометрия модели двумерная: она представляет собой перпендикулярное сечение оконного блока, причём рассматривается только фрагмент, включающий все части его конструктивных элементов.

Таким образом, она соответствует модели Glazing Influence on Thermal Performances of Window, но для последней с по-



мощью интерфейса Heat Transfer in Solids and Fluids решалось только стационарное уравнение теплообмена [7].

Оконная рама содержит ряд полостей, предназначенных для обеспечения теплозащиты окна от внешней среды. Часть из них заполнены влагозащитными материалами. Согласно стандарту ISO 10077-2:2012, скорость теплового потока за счёт проводимости, конвекции и излучения в этих полостях задаётся эквивалентной теплопроводностью, которая зависит от их формы и размеров, а также свойств смежных материалов [4]. Одно-

камерный стеклопакет состоит из двух равных по толщине листов стекла с теплопроводностью $1,0 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Для разделения стёкол и обеспечения заданного расстояния между ними в стеклопакете используется дистанционная рамка толщиной $0,5 \text{ мм}$ из алюминия теплопроводностью $160 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$. Такие строительные материалы, как дерево, рассматриваются в данной модели как пористая среда, в которой происходит перенос жидкой влаги капиллярными силами и перенос пара путём диффузии. Коэффициенты теплопроводности, диффузии и паропроницаемости такого ма-

териала зависят от величины относительной влажности. Эти функциональные зависимости из библиотеки материалов COMSOL используются в данной модели. Сопряжённый перенос тепла и влаги в строительных материалах моделируется с помощью интерфейсов Heat Transfer in Building Materials и Moisture Transport in Building Materials [5, 6].

Для установки стеклопакета применяются герметики и эластичные полимерные уплотняющие прокладки или комбинации этих материалов [2]. Исследование функциональных характеристик оконного блока при различных свойствах рабочей среды межстекольного пространства предусматривало моделирование вариантов его заполнения поочередно простым воздухом, осушенным воздухом, или инертным газом аргоном. В последних двух случаях для осушения среды межстекольного пространства в полость, ограниченную дистанционной рамкой стеклопакета, помещается силикагель. Свойства всех перечисленных выше материалов в данной модели также взяты из библиотеки материалов COMSOL.

При строительстве и эксплуатации зданий ЖКХ в регионах России, значительно различающихся климатическими условиями, важно иметь базу данных по функциональным характеристикам элементов оконных блоков из традиционных для данной местности строительных материалов, обеспечивающих комфортное проживание

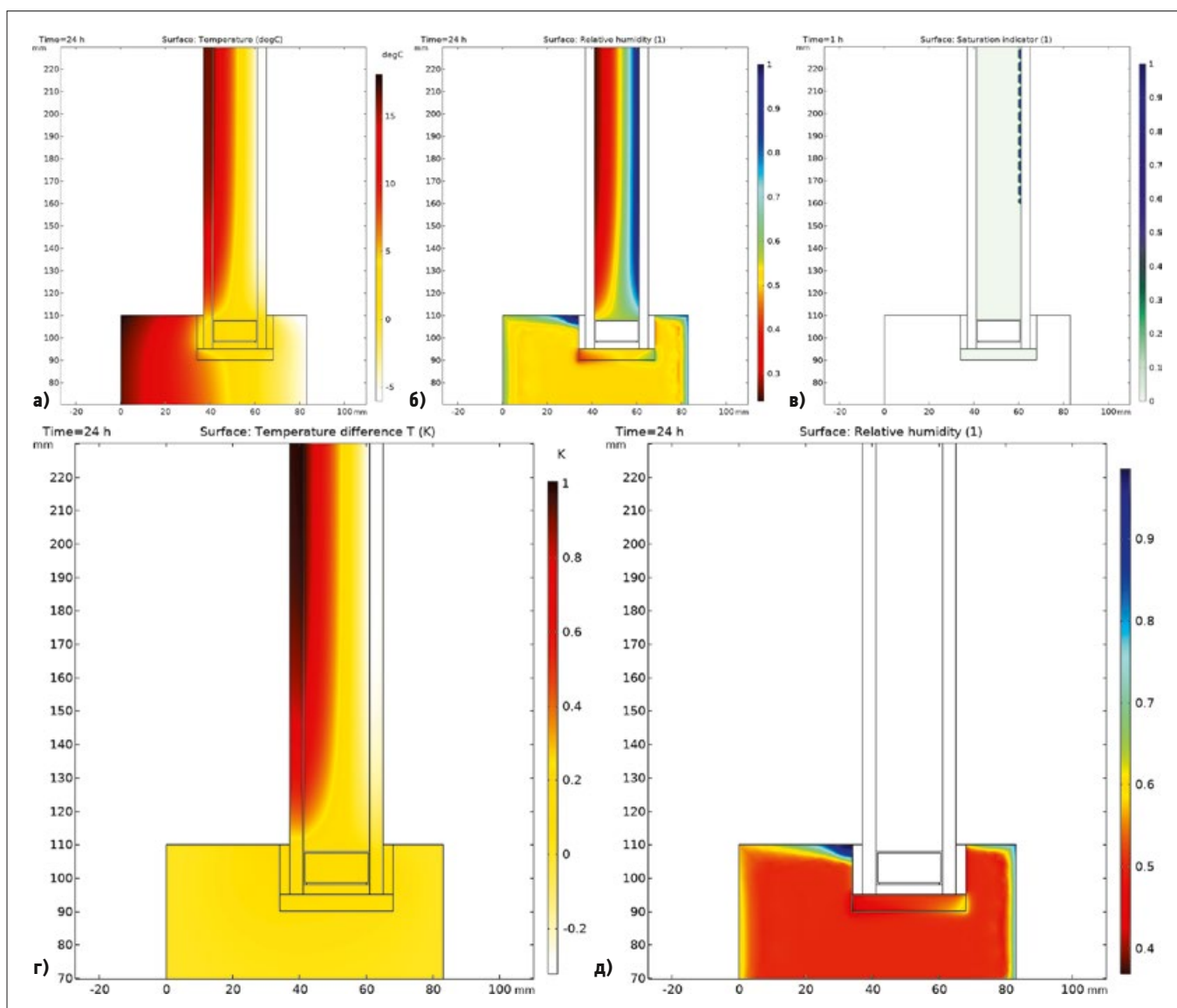


Рис. 1. Функциональные характеристики тепло-влажностного переноса однокамерного стеклопакета оконного блока [а — распределение температуры на деталях оконного блока (модель 1, 24 ч); б — распределение относительной влажности на деталях оконного блока (модель 1, 24 ч); в — результат конденсации влаги на внешнем стекле (модель 1, 1 ч); г — распределение разности температур моделей 2 и 1 на деталях оконного блока (24 ч); д — распределение относительной влажности на деталях оконного блока (модель 2, 24 ч)]

Результаты

Результатом проведённого на первом этапе исследования являются характеристики тепло-влажностного переноса в окнах здания в реальных условиях эксплуатации. В модели использованы условия температуры наружного воздуха в Москве, меняющиеся в интервале от $-5,3$ до $-6,9$ °C и относительной влажности от 79 до 89 % в течение суток 15 января, взятые из базы метеорологических данных Американского общества инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха (ASHRAE 2017). Приняты также температура воздуха в помещении 20 °C и относительная влажность 50 %.

Функциональные характеристики тепло-влажностного переноса показаны на рис. 1. Первоначально рассматривается заполнение межстекольного пространства простым воздухом (модель 1). На рис. 1а приве-

дено распределение температуры на деталях оконного блока в ночное время по истечении суток (24 ч). Видно, что внешняя поверхность наружного стекла блока остыла до температуры около $-5,5$ °C, а внутренняя его поверхность — до около $-5,3$ °C. Температура воздуха в пространстве между стёклами стеклопакета изменяется от -5 до 15 °C. Поверхность внутреннего стекла оконного блока в помещении имеет температуру примерно 16,5 °C. Температура внутри рамы блока также распределяется неравномерно: от -5 °C на наружной стороне до 18 °C на внутренней стороне. Важно отметить, что в области вблизи алюминиевой рамки стеклопакета, вследствие высокой теплопроводности, происходит значительный перенос тепла из помещения наружу. Видно, что граница зоны отрицательных температур доходит до нижней части

внутреннего стекла стеклопакета. В этой области возможно появления сырости на раме оконного блока.

На рис. 1б дано распределение относительной влажности на деталях оконного блока в тот же момент времени. Видно, что относительная влажность между стёклами стеклопакета изменяется от почти 100 % вблизи внутренней поверхности наружного стекла до менее 30 % на внутренней поверхности внутреннего стекла. Относительная влажность внутри деревянной рамы блока также распределена неравномерно. Наружная сторона рамы имеет относительную влажность 75–80 %, близкую к уличной. В центральной части рамы относительная влажность снижается до 50 %, причём в неветилируемой воздушной полости даже до 36 %, в то время как область внутренней стороны рамы, прилегающая к поверхности вну-

тренного стекла, отсыревает до значения относительной влажности 100%. Это вызвано тем, что алюминиевая рамка, обладая высокой теплопроводностью, оказывает значительное влияние на распределение температуры в оконном блоке и рост влажности в ближайшей к ней области рамы. Зона повышенной относительной влажности (55–60%) проходит также по всей внутренней стороне рамы, что является следствием влагопереноса в дереве.

На рис. 1в показан результат конденсации влаги, осаждаемой из воздуха в межстекольном пространстве стеклопакета в начале суток (1 ч). Критерием конденсации является условие равенства парциального давления и давления насыщенного водяного пара. На внутренней поверхности наружного стекла выделяются множественные небольшие зоны в форме капель, в которых это условие выполняется. Процесс конденсации активно начинается в ночное время в начале суток при температуре наружного воздуха $-6,6^{\circ}\text{C}$. В дальнейшем капли влаги на стекле будут замерзать, так как температура воздуха в межстекольном пространстве понизится до отрицательной.

Затем в качестве рабочей среды межстекольного пространства рассматривается инертный газ аргон (модель 2). Для сравнения данных двух моделей на рис. 1г приведено распределение разности температур на деталях оконного блока, полученных при использовании аргона и простого воздуха (24 ч). Видно, что разность температур положительна в межстекольном пространстве и достигает наибольшего значения 1°C вблизи внутреннего стекла. Таким образом, при заполнении аргоном тепловые характеристики стеклопакета улучшаются.

Это вызвано тем, что по сравнению с воздухом аргон обладает меньшей теплопроводностью и большей плотностью. Последнее приводит к уменьшению теплообмена за счёт конвекции.

На рис. 1д дано распределение относительной влажности на деталях оконного блока в тот же момент времени. При этом в модели 2 между стёклами стеклопакета отсутствует среда влагопереноса, следовательно, исключается конденсация влаги на поверхностях стекла. Внутри деревянной рамы распределение относительной влажности незначительно отличается от модели 1. Центральная часть деревянной рамы имеет невысокую относительную влажность около 50%, в то время как на небольшом участке, прилегающем к поверхности внутреннего стекла, её значение близко к 100%. Это, как и в модели 1, вызвано близостью алюминиевой рамки



в основании стеклопакета и её влиянием на распределение температуры в оконном блоке (рис. 1а).

Исследовались также функциональные характеристики теплового переноса в деталях оконного блока при заполнении межстекольного пространства осушенным воздухом. Они примерно совпадают с представленными выше функциональными характеристиками модели 2. Таким образом, осушенный силикагелем воздух или инертный газ в стеклопакетах устраняют возможность появления конденсата, повышая тем самым прозрачность окон. А для снижения потерь тепла через окна с однокамерными стеклопакетами необходимо заменять алюминиевые дистанционные рамки на конструкции, выполненные из материала с более низкой теплопроводностью, например, из высокопрочного пластика.

Необходимо также отметить, что в настоящее время широко применяются однокамерные энергосберегающие стеклопакеты, оснащённые теплоотражающей плёнкой. Структура подобных оконных блоков позволяет экономить энергию, отражая часть тепла, исходящего из помещения наружу зимой, и предохранять помещение от чрезмерного перегрева, отражая солнечные лучи в летнее время.

В настоящее время широко применяются однокамерные энергосберегающие стеклопакеты, оснащённые теплоотражающей плёнкой. Структура подобных оконных блоков позволяет экономить энергию, отражая часть тепла, исходящего из помещения наружу зимой

Для повышения теплового комфорта помещения можно использовать стеклопакеты и с большим межстекольным расстоянием, так как воздух, как отмечалось выше, является хорошим теплоизолятором. Однако и этих случаях необходимы подобные исследования функциональных характеристик стеклопакетов.

Предметом второго этапа моделирования задач экологии внутренней среды жилого помещения являются вопросы воздействия уличного шума на функциональные характеристики оконных блоков с однокамерными стеклопакетами.

Проблеме снижения уровня шума, поступающего с улицы, уделяют внимание ещё на этапе строительства, например, покрывая стены шумозащитными материалами. Однако именно окна являются наиболее слабым звеном в звукоизоляции помещений. Сделать светопрозрачные конструкции, какими являются окна, сравнимыми по звукоизоляционным характеристикам с капитальными стенами, очень сложно. Среди материалов, используемых при создании светопрозрачных конструкций, силикатное стекло пока безальтернативно. Показатели звукоизоляции изделий из стекла и методика её оценки установлены в [8]. Для одинарного стекла действуют два закона акустики (закон частот и закон масс), применимые ко всем монолитным одинарным перегородкам вне зависимости от материала, из которого они изготовлены [9].

Закон частот гласит, что для тонких перегородок любого размера звукоизоляция возрастает на 6 дБ при удвоении средней частоты. Таким образом, стекло должно обеспечивать лучшую изоляцию от шума более высокой частоты по сравнению с низкочастотными шумами.

Однако существует резонансная частота, при которой скорость свободного изгиба перегородки равна скорости звука в воздухе, при этом лист стекла спонтанно вибрирует под действием звуковой волны, что существенно ухудшает звукоизоляцию. При комнатной температуре резонансная частота равна примерно $f_{cr} = 12800/\delta$, где δ — толщина стекла, мм. Например, для стекла толщиной 4 мм резонансная частота равна 3200 Гц.

Закон масс гласит, что при удвоении массы перегородки уровень звукоизоляции возрастает на 6 дБ при постоянной частоте. Но увеличение толщины стекла, которое теоретически должно повысить звукоизоляционные свойства одинарного остекления, имеет определённый недостаток, связанный со смещением зоны резонансной частоты в сторону низких частот, что снижает степень изоляции от низкочастотного шума.

Чтобы улучшить шумозащищённость помещений, в коммунальном хозяйстве используют стеклопакеты, которые являются основным звукоизолирующим элементом окна. В самом простом варианте однокамерного стеклопакета применяются стекла одинаковой толщины. Хотя по сравнению с одинарным стеклом степень звукоизоляции теоретически должна резко возрастать (на 18 дБ) с удвоением частоты, однако эффективность симметричного однокамерного стеклопакета зачастую ниже, чем монолитного остекления суммарной толщиной стекла. Это вызвано тем, что стеклопакет образует колебательную систему двух стёкол с упругой связью через воздух. Данная система обладает резонансной частотой в низкочастотной зоне от 200 до 300 Гц в зависимости от толщины стекла. Звукоизоляция значительно снижена в частотной области между точкой резонансного провала формируемой колебательной системы и резонансной частотой отдельных листов стекла [10].

Для обеспечения эффективной звукоизоляции резонансная частота системы «стекло — воздух — стекло» должна быть меньше 100 Гц. Существуют различные технические и организационные решения этой проблемы. Нежелательно простое увеличение воздушной прослойки между листами стекла, так как стеклопакет получается слишком толстым. Вместо этого для заполнения межстекольного пространства используют инертный газ, который плотнее воздуха и оказывает большее сопротивление звуковой волне. Также в однокамерных стеклопакетах могут применяться листы стекла разной толщины, что снижает резонансные явления



в стеклопакете. Применяют и так называемый «триплекс». В этой конструкции одно стекло выполняется сдвоенным с прослойкой из шумозащитной плёнки, которая поглощает вибрацию в стекле. Технология позволяет значительно повысить звукоизоляцию оконного блока [11].

Эти и другие технические решения, призванные повысить шумозащищённость окон, нуждаются в строгих инженерных обоснованиях, так как физические процессы, протекающие в элементах оконных блоков, весьма сложны и разнообразны. Эти задачи, как уже отмечалось, успешно решаются в ПО COMSOL Multiphysics, что подтверждается приведёнными ниже исследованиями.

Уличный шум представляет собой результат наложения звуков различной частоты, создающих непрерывный спектр. Суммарная звуковая волна характеризуется частотой и амплитудой колебаний. Она переносит энергию механических колебаний и создаёт акустическое давление p [Па]. Уровень звукового давления или громкость звука L_p [дБ] определяется по формуле $L_p = 20 \lg(p/p_0)$, где p_0 — опорный уровень давления 2×10^{-5} Па. Именно звуковое давление как воспринимаемая величина нормируется стандартами по защите от шума [12]. Но для определения шумозащитных характеристик удобнее использовать акустическую мощность W [Вт] и её уровень L_W [дБ]: $L_W = 10 \lg(W/W_0)$, где $W_0 = 10^{-12}$ Вт. Акустическая мощность является интегральной характеристикой, так как определяет полную акустическую энергию, излучаемую

Нежелательно простое увеличение воздушной прослойки между листами стекла, так как стеклопакет получается слишком толстым. Вместо этого для заполнения межстекольного пространства используют инертный газ, который плотнее воздуха и оказывает большее сопротивление звуковой волне

в единицу времени, причём низкочастотный звук, обладая большей мощностью, оказывает и более значительное звуковое давление на остекление оконного блока. В связи с этим акустические характеристики стеклопакета оконного блока рассматриваются в статье в основном в низком и среднем диапазоне частот.

Важной характеристикой шумозащищённости зданий является уровень потерь при звукопередаче через ограждающую конструкцию Sound Transmission Loss (STL, дБ), которая определяется как $STL = 10 \lg(W_{in}/W_{tr})$, где W_{in} — полная мощность, падающая на конструкцию; W_{tr} — общая передаваемая мощность. Существует несколько стандартов для измерений STL и методов, разработанных для прямого или косвенного измерения падающей и передаваемой мощности [13, 14]. При этом стремятся достичь равномерного распределения уровня звукового давления по всему объёму помещения и равномерности направлений прихода звуковых волн в любую точку, то есть характеристик диффузного поля.

Математический метод расчёта STL через компонент здания основан на предположении об идеальном диффузном поле на стороне источника и идеальном безэховом завершении на стороне приёмника и действителен для конструктивных элементов, которые имеют небольшое влияние на акустическое поле на стороне источника (STL более 10 дБ), в частности, для окна со стеклопакетом.

В данной модели на стороне источника поле (и его отражения) не моделируется, а просто прикладывается как нагрузка на конструкцию. Диффузное поле определяется как сумма N плоских волн со случайным направлением и случайной фазой (здесь $N = 100$), и соответствующих отражённых волн. Модель учитывает нарастание давления на внешнее стекло вследствие отражений. На стороне приёмника воздушная область, усечённая идеально согласованными слоями (PML), используется в качестве безэхового завершения. Статистический характер диффузного поля указывает на то, что модель следует запускать несколько раз с различными случайными начальными числами. Это особенно важно на высоких частотах.

Геометрия модели трёхмерная и включает стеклопакет со всеми конструктивными элементами. Таким образом, она соответствует модели Sound Transmission Loss Through a Window, для которой с помощью интерфейса Acoustic-Solid Interaction, Frequency Domain уравнение звукового поля решалось в частотной области [15].

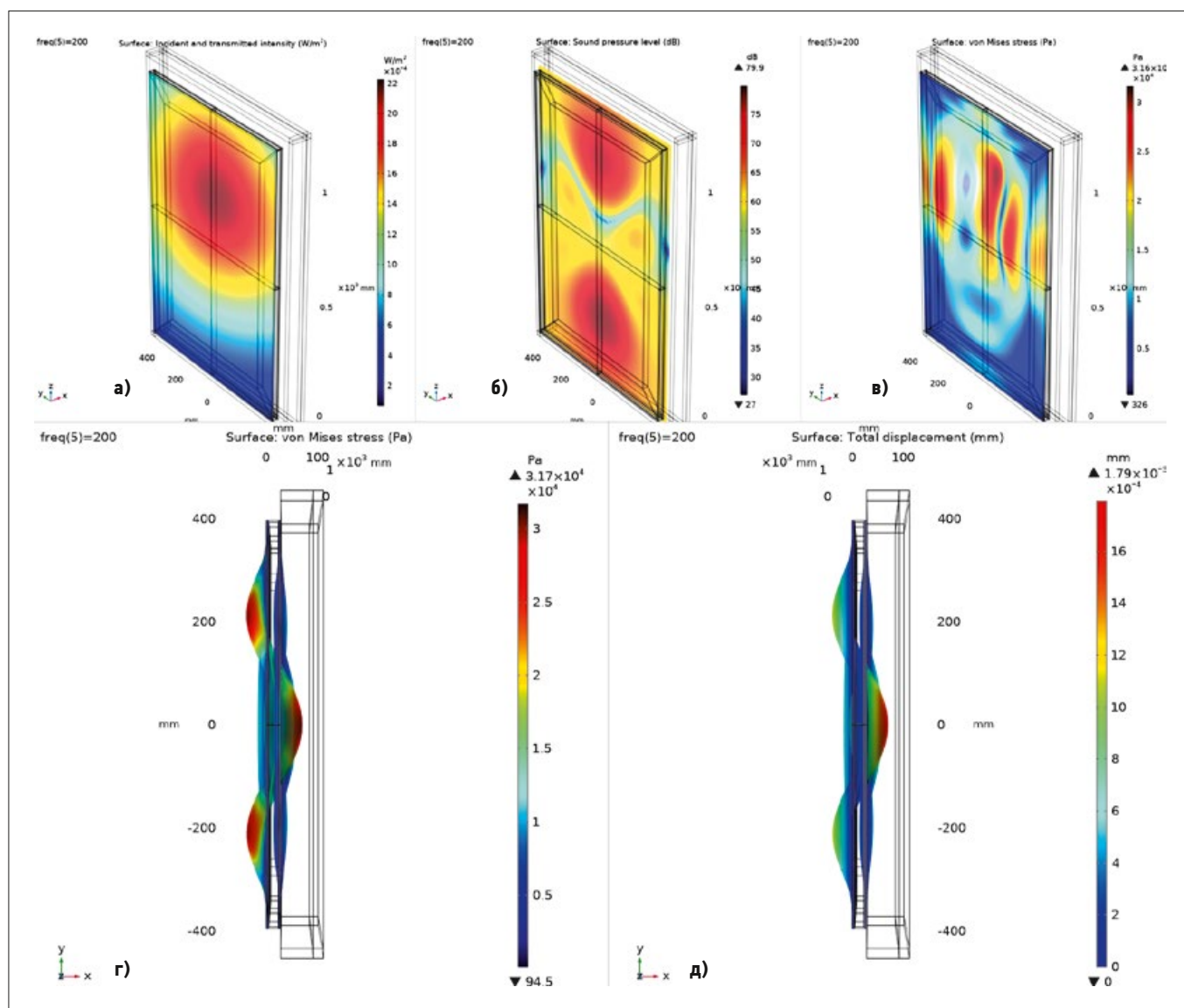


Рис. 2. Функциональные акустические характеристики однокамерного стеклопакета оконного блока (модель 1, 200 Гц) [а — распределение интенсивности падающего звука; б — распределение уровня передаваемого звукового давления; в — распределение напряжения по Мизесу на наружном стекле стеклопакета; г — распределение напряжения по Мизесу на стёклах стеклопакета в проекции вдоль оси Oy ; д — деформация (в увеличенном масштабе) стёкол стеклопакета в проекции вдоль оси Oy]

На рис. 2 показаны функциональные акустические характеристики однокамерного стеклопакета оконного блока (оба стекла по 4 мм), заполненного осушенным воздухом (модель 1). На рис. 2а приведено распределение по поверхности внешнего стекла оконного блока интенсивности падающего звука [$Вт/м^2$] для 200 Гц, что соответствует громкости около 100 дБ (принятой как исходная величина для моделирования) звука, поступающего с улицы и создающего на внешнем стекле распределение со значениями максимума и минимума 93,5 и 78,4 дБ, соответственно (расчётные величины).

На рис. 2б показано распределение уровня передаваемого звукового давления [дБ], создаваемого в этом случае звуковой волной на внутреннем стекле. Видно, что значительное давление сосредоточено в двух симметричных областях

сверху и снизу стекла с максимальной величиной 79,9 дБ. Разделяющая их зона соответствует минимальному уровню звукового давления 27 дБ. Таким образом, график подтверждает звуковые потери при передаче звука через стеклопакет, но волновой характер распределения затрудняет количественную оценку.

На рис. 2в приведено распределение напряжения по Мизесу на наружном стекле стеклопакета под действием давления падающей звуковой волны. Видно, что оно также имеет волновой характер, причём значительное напряжение неравномерно распределено с максимумом $3,16 \times 10^4$ Па в поперечных (по ширине) зонах стекла, что обусловлено длиной волны и размерами стекла.

Более наглядно напряжения в обоих стёклах показаны на рис. 2г в проекции вдоль направления оси Oy . Видно, как на

пряжение наружного стекла через воздух межстекольного пространства передаётся на внутреннее стекло с сохранением профиля волны, но с меньшим максимумом $1,65 \times 10^4$ Па.

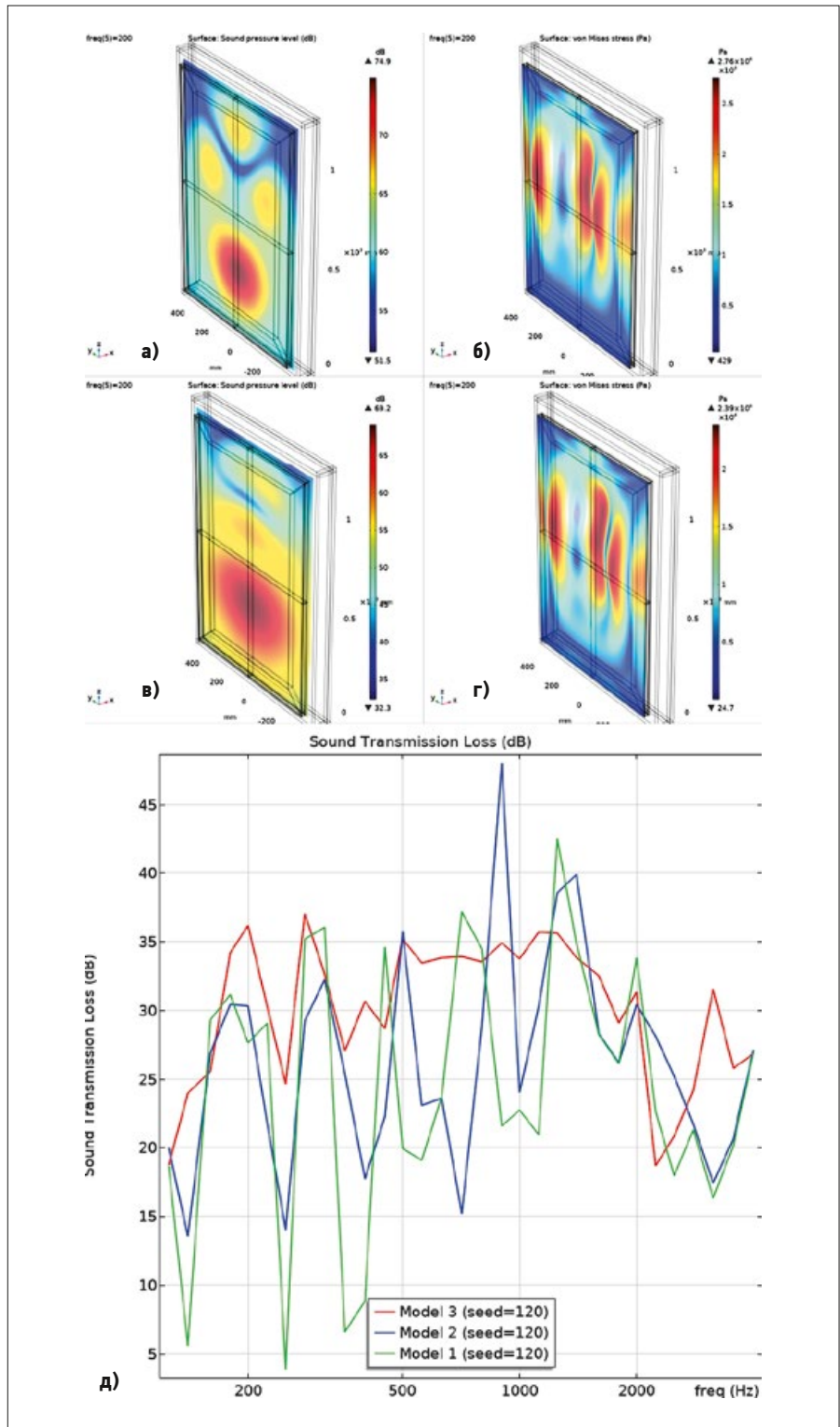
На рис. 2д в той же проекции показана в увеличенном масштабе деформация стёкол стеклопакета. Видно, что распределение деформации также носит волновой характер. Наружное стекло деформируется с максимумом $1,79 \times 10^{-3}$ мм, передавая звуковую волну через воздушную среду на внутреннее стекло. Максимальное же значение деформации внутреннего стекла стеклопакета равно 1×10^{-3} мм.

Это объясняется тем, что в низкочастотной зоне система «стекло — воздух — стекло», как указывалось выше, имеет определённую резонансную частоту, передавая в помещении повышенное акустическое давление.

Как отмечалось, использование инертного газа, по мнению специалистов-практиков, влияет на звукоизоляцию оконных блоков [11]. Для исследования этого вопроса осуществлено моделирование процесса звукопередачи в стеклопакете с межстекольным пространством, заполненным аргоном (модель 2). Получены соответствующие функциональные характеристики стеклопакета оконного блока, которые показаны на рис. 3. Установлено, что аргон действительно снижает давление звуковой волны. Так как интенсивность падающего звука зависит только от начальных параметров диффузного поля, её распределение будет тем же, что и в модели 1 (рис. 2а). Также сохраняется и распределение громкости звука на наружном стекле. На рис. 3а показано распределение уровня передаваемого звукового давления. Его волновой характер существенно изменился по сравнению с моделью 1 (рис. 2б), а максимум снизился до 74,9 дБ против 79,9 дБ в модели 1.

На рис. 3б приведено распределение напряжения по Мизесу на наружном стекле. Видно, что оно мало отличается от модели 1 (рис. 2в), но максимальное значение $2,76 \times 10^4$ Па ниже, чем $3,16 \times 10^4$ Па в модели 1. Максимум напряжения на внутреннем стекле $1,59 \times 10^4$ Па против $1,65 \times 10^4$ Па в модели 1. Через инертный газ межстекольного пространства напряжение наружного стекла передаётся звуковой волной на внутреннее стекло. Максимальное значение деформации наружного стекла равно $1,24 \times 10^{-3}$ мм, что меньше, чем $1,79 \times 10^{-3}$ мм в модели 1. Внутреннее стекло также деформируется, но не более чем на $5,71 \times 10^{-4}$ мм, что меньше 1×10^{-3} мм в модели 1, передавая ослабленную звуковую волну в помещение. Тем самым подтверждается положительная роль аргона в снижении деформации в стеклопакете оконного блока.

Известно мнение [13], что функциональные характеристики однокамерного стеклопакета существенно улучшаются при увеличении толщины одного из стёкол. Помимо действия закона масс можно ожидать, что разная толщина стёкол в стеклопакете снижает резонансные явления. В связи с этим осуществлено моделирование процесса звукопередачи в стеклопакете с межстекольным пространством, заполненным осушенным воздухом, и с внутренним стеклом толщиной 6 мм (модель 3). Получены соответствующие функциональные характеристики стеклопакета оконного блока (рис. 3). На рис. 3 показано распределение уровня передаваемого звукового давления. Оно заметно отличается как от модели 1



•• Рис. 3. Функциональные акустические характеристики однокамерного стеклопакета оконного блока [а — распределение уровня передаваемого звукового давления (модель 2, 200 Гц); б — распределение напряжения по Мизесу на наружном стекле стеклопакета (модель 2, 200 Гц); в — распределение уровня передаваемого звукового давления (модель 3, 200 Гц); г — распределение напряжения по Мизесу на наружном стекле стеклопакета (модель 3, 200 Гц); д — потери при передаче звука через стеклопакет (модели 1–3)]

(рис. 2б), так и от модели 2 (рис. 3а), а волновой характер распределения затрудняет количественную оценку. Однако максимум снизился до 69,2 дБ против 79,9 дБ в модели 1 и 74,9 дБ в модели 2.

На рис. 3г дано распределение напряжения по Мизесу на наружном стекле. Видно, что его характер близок и модели 1 (рис. 2в), и модели 2 (рис. 3б), но

максимальное значение напряжения $2,39 \times 10^4$ Па ниже, чем $3,16 \times 10^4$ Па в модели 1 и $2,76 \times 10^4$ Па в модели 2.

Максимум напряжения на внутреннем стекле $9,92 \times 10^3$ Па также меньше, чем $1,65 \times 10^4$ Па в модели 1 и $1,59 \times 10^4$ Па в модели 2. Распределение деформации стёкол стеклопакета в модели 3 также носит волновой характер.

Максимальное значение деформации наружного стекла равно $1,28 \times 10^{-3}$ мм, что меньше $1,79 \times 10^{-3}$ мм модели 1, но почти равно $1,24 \times 10^{-3}$ мм модели 2. Деформация внутреннего стекла не превосходит $2,27 \times 10^{-4}$ мм против 1×10^{-3} мм модели 1 и $5,71 \times 10^{-4}$ мм модели 2. Подтверждается, что более толстое внутреннее стекло действительно снижает давление звуковой волны, так как резонансные частоты стёкол различны и провал совпадения частот размывается в обширном частотном спектре, а в районе 200 Гц исчезает. Рост массы по сравнению со стеклопакетом модели 1 также способен сократить провал в диапазоне низких частот.

Качество звукоизоляции оконных блоков в заданном спектре частот звуковой волны удобно показывать на графиках потерь при передаче звука. На рис. 3д приводятся значения STL как функции частоты в диапазоне от 125 до 4000 Гц. Для модели 1 (синяя линия) на низких частотах звукоизоляция плохая, видна значительная неравномерность STL, что объясняется, как отмечено выше, резонансными явлениями. Два провала (около 170 и 250 Гц) представляют первые две моды механических колебаний конструкции. На этих частотах значения STL низкие, а звукоизоляция плохая. Выше резонансов кривая следует закону масс с увеличением STL на 6 дБ на октаву, но на частоте 3200 Гц, где скорость собственных колебаний стекла равна скорости звука в воздухе, присутствует резонансный провал.

Для модели 2 (зелёная линия) на низких и средних частотах (от 100 до 500 Гц) звукоизоляция лучше, STL более равномерная, резонансных явлений не наблюдается. В то же время на частоте 3200 Гц сохраняется резонансный провал.

Для модели 3 (красная линия) звукоизоляция стеклопакета существенно улучшилась — до 36 дБ для 200 Гц при хорошей равномерности в диапазоне частот 100–500 Гц. Далее до 1000 Гц равномерность STL ещё улучшается. Резонансный провал смещён в область 2000 Гц.

Очевидно, что для подтверждения эффективности звукоизолирующих конструкций при производстве и эксплуатации оконных блоков более сложной конструкции, например, с двух- и трёхкамерными стеклопакетами, также необходимо предварительное моделирование физических процессов теплопередачи и звукопередачи. Важно также определить функциональные характеристики стеклопакетов при использовании других инертных газов, при других характеристиках звукового поля, в том числе с учётом температуры наружного воздуха.



При этом анализ литературных источников и авторские исследования численных моделей, построенных в ПО COMSOL Multiphysics, показали широкие возможности данного пакета для оценки эффективности и других звукоизолирующих конструктивных решений при использовании различных материалов (бетона, ДСП, металла, пластика), часто применяемых в системе ЖКХ.

Значения акустических характеристик стеклопакета оконного блока, полученные при моделировании в COMSOL Multiphysics, позволяют оценивать потери звука, поступающего с улицы, во всём диапазоне частот

Заключение

1. Проведённое моделирование функциональных характеристик однокамерных оконных блоков в процессах теплопередачи и звукопередачи в среде COMSOL Multiphysics показало широкие возможности данного ПО при исследовании физических процессов в ограждающих строительных конструкциях.

2. В данном исследовании получены численные подтверждения возможности повышения энергосбережения и улучшения показателей шумозащищённости однокамерных стеклопакетов за счёт модернизации и применения в них ряда дополнительных технических решений, ранее отмеченных специалистами-практиками.

3. Высокая точность полученных результатов и визуализация средствами ПО COMSOL Multiphysics позволяют идентифицировать многие особенности физических процессов, протекающих в материалах и деталях конструкций оконных блоков. В частности, исследование распределения температуры и относительной влажности на деталях оконного блока выявило необходимость использования в дистанционных рамках стеклопакетов материалов, обладающих более низкой теплопроводностью, а установка в стеклопакете более толстого внутреннего стекла — повышение температуры межстекольной среды. В целом, удалось отметить и объяснить ряд физических яв-

ний, что важно для понимания функциональных возможностей оконных блоков и необходимости непрерывного совершенствования их характеристик.

4. Изучение характера распределения звукового давления, зон напряжений и деформаций в стеклопакете под действием моделируемого звукового поля позволяет объяснять причины появления трещин в стеклопакетах оконных блоков при эксплуатации, прогнозировать характер и места возможных разрушений стекольных листов при достижении предельных значений действующих нагрузок.

5. Значения акустических характеристик стеклопакета оконного блока, полученные при моделировании в COMSOL Multiphysics, позволяют оценивать потери звука, поступающего с улицы, во всём диапазоне частот и, следовательно, определять уровень звукового давления в помещении, являющийся одним из главных параметров экологического состояния его внутренней среды в регламентах отечественных СНиП. ●

- ГОСТ 24700–99. Блоки оконные деревянные со стеклопакетами. ТУ. — М.: Госстрой России; ГУП ЦПП, 2000. 52 с.
- ГОСТ 24866–2014. Стеклопакеты клеёные. ТУ. — М.: Стандартинформ, 2015. 28 с.
- ГОСТ Р 56926–2016. Конструкции оконные и балконные различного функционального назначения для жилых зданий. Общие ТУ. — М.: Стандартинформ, 2016. 46 с.
- ISO 10077-2:2012. Thermal performance of windows, doors and shutters. Calculation of thermal transmittance. Part 2: Numerical method for frames. European Committee for Standardization. Web-source: iso.org. Access data: October 21, 2020.
- Сучилин В.А., Кочетков А.С., Губанов Н.Н. Моделирование в COMSOL Multiphysics энергопотерь сооружений ЖКХ в зависимости от условий эксплуатации // Журнал СОК, 2019. №4. С. 74–79.
- Сучилин В.А., Кочетков А.С., Губанов Н.Н. Моделирование в COMSOL Multiphysics энергосбережения типовых зданий ЖКХ при реконструкции и ремонте // Журнал СОК, 2020. №6. С. 44–50.
- Glazing influence on thermal performances of window. COMSOL Multiphysics User's Guide. Web-source: comsol.com. Access data: October 21, 2020.
- ГОСТ EN 12758–2015. Стекло и изделия из него. Показатели звукоизоляции. — М.: Стандартинформ, 2016. 23 с.
- Боголепов И.И. Акустика зданий. Акустика современных жилых, общественных и промышленных зданий: Учебник для вузов. — СПб., 2015. 496 с.
- Осипов Л.Г., Бобылев В.Н., Борисов Л.А. и др. Звукоизоляция и звукопоглощение: Учебное пособие. — М.: Изд-во «АСТ»; Изд-во «Астрель», 2004. 450 с.
- Акустические характеристики стекла. Шумоизоляция [Электр. текст]. ООО «Альфа Гласс». Режим доступа: alfglass.ru. Дата обраш. 21.10.2020.
- ГОСТ Р 56769–2015 (ИСО 717-1:2013). Здания и сооружения. Оценка звукоизоляции воздушного шума. — М.: Стандартинформ, 2016. 20 с.
- ГОСТ Р ИСО 10140-2–2012. Акустика. Лабораторные измерения звукоизоляции элементов зданий. Часть 2. Измерение звукоизоляции воздушного шума. — М.: Стандартинформ, 2013. 20 с.
- Боголепов И.И., Стоярова Н.П. Звукоизоляция окон: методы определения // Журнал СОК, 2010. №2. С. 88–91.
- Sound transmission loss through a window. COMSOL Multiphysics User's Guide. Web-source: comsol.com. Access data: October 21, 2020.

References — see page 79.



Автономное энергоснабжение газораспределительной станции с использованием альтернативных источников энергии

Рецензия эксперта на статью получена 11.11.2020 [Expert review on the article received on November 11, 2020].

Развернутые в последние годы работы, направленные на оптимизацию затрат и повышение экономической эффективности систем газоснабжения, сделали актуальным вопрос совершенствования подходов к проектированию, строительству и эксплуатации газораспределительных станций (ГРС) [1, 3 и др.]. Современные исследования, касающиеся энергоснабжения ГРС, посвящены вопросам совершенствования схемных решений их энергетических систем, использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ), применению детандер-генераторных агрегатов (ДГА), тепловых насосных установок (ТНУ), исследованию процессов «квази-изотермического» истечения газов при дросселировании и др.

В связи с развитием работ по использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для автономного энергоснабжения [2] стали актуальными вопросы их применения в системах газоснабжения [4]. В формируемой в ПАО «Газпром» программе создания в перспективе автоматизированных газораспределительных станций нового поколения (АГРС-НП) определены общие требования [3]:

- электроснабжение от источника, расположенного на территории АГРС-НП и использующего принцип преобразо-

вания энергии сжатого (транспортируемого) газа и/или возобновляемые источники энергии;

- применение технологий, исключающих постоянное присутствие обслуживающего персонала, использование газа в качестве топлива для подогрева транспортируемого газа и др.

Современные исследования, касающиеся энергоснабжения газораспределительных станций, посвящены вопросам совершенствования схемных решений их энергетических систем, использованию ВИЭ, применению детандер-генераторных агрегатов, тепловых насосных установок, исследованию процессов истечения газов

С принятием в России законодательных и организационных мер по стимулированию развития цифровой экономики и энергетики существенно активизируются работы по интеллектуализации инженерной инфраструктуры, в том числе для вдоль трассовых потребителей в системе транспорта газа [3].

УДК 620.91–93:620.97. Номер научной специальности: 05.14.08.

Автономное энергоснабжение газораспределительной станции с использованием альтернативных источников энергии

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

Приведены результаты расчётных исследований режимов функционирования нового схемного решения энергокомплекса газораспределительной станции с пиковым и воздушным теплообменными аппаратами, преобразующими потенциальную энергию технологического газа и низкопотенциальную энергию возобновляемых источников. Определён оптимальный состав оборудования энергокомплекса при минимальном значении капитальных затрат на его создание.

Ключевые слова: газораспределительная станция, энергетическая система, возобновляемый источник энергии, детандер-генераторный агрегат, тепловая насосная установка.

UDC 620.91–93:620.97. The number of scientific specialty: 05.14.08.

Autonomous power supply to a gas distribution station using alternative energy sources

V. K. Averyanov, Doctor of Technical Sciences, Professor, corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, adviser to the general director of "Gazprom Promgaz", JSC; **O. A. Davydov**, an engineer, deputy general director for construction of infrastructure facilities of "Rochemolles", LLC; **V. V. Elistratov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, director of the "Renewable Energy and Installations Based on Them" Research and Educational Center; **S. N. Kiryukhin**, PhD, Associate Professor, deputy head of the department of "Gazprom Promgaz", JSC

The results of computational studies of the operating modes of a new circuit solution for a gas distribution station power complex with peak and air heat exchangers that convert the potential energy of process gas and low-potential energy from renewable sources are presented. The optimal composition of the power complex equipment is determined with the minimum value of capital expenditures for its building.

Key words: gas distribution station, power system, renewable energy source, expander-generator unit, heat pumping unit.



Анализ ранее выполненных работ показывает, что при применении ДГА для устойчивого снабжения ГРС тепловой и электрической энергией в достаточном количестве необходимыми могут быть установки, работающие на низкопотенциальной энергии земли, то есть геотермальные тепловые насосы, проблемам использования которых посвящено значительное число работ [6–8, 10]. Совокупность создаваемых с этой целью скважин с грунтовыми теплообменниками и окружающим массивом грунта представляет

С учётом этого, актуальными становятся следующие направления исследований:

- оптимизация системы энергоснабжения ГРС с использованием энергоустановок на основе возобновляемых и нетрадиционных видов энергии (ВИНВЭ);
- разработка на основе ВИНВЭ схемных решений и алгоритмов интеллектуального управления технологически связанными энергетическими элементами и системами газораспределительных станций, имеющих функции прогнозирования режимов работы объекта, прихода энергии от ВИНВЭ и параметров систем управления спросом на тепловую и электроэнергию энергоприёмников ГРС.

Эксплуатационной особенностью ГРС является возможность использования потенциальной энергии газа, поступающего на станцию. Поэтому значительное число работ [4, 5, 10] посвящено таким исследованиям.

Как известно, энергии, вырабатываемой детандер-генераторными агрегатами (ДГА), недостаточно для подогрева требуемого количества газа и обеспечения собственных нужд станции. В соответствии с этим автономная бестопливная система энергоснабжения [4], использование которой возможно на АГРС-НП, должна иметь в своём составе источник (или несколько источников) энергии, использующего теплоту окружающего ГРС грунта, воздуха, солнечную энергию, а также энергию движущихся потоков воздуха (ветра), то есть возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

Анализу схемных решений ГРС с установками ВИЭ для энергоснабжения ГРС посвящены работы [4, 10]. В них исследованы системы энергоснабжения с использованием потенциала внешних источников (грунтовых теплообменников, гелиосистем и др.) и тепловых насосов. Однако в цитируемых работах не в полной мере рассмотрены вопросы оптимизации установок ДГА с ВИЭ и грунтовыми теплообменниками (ГТО) для обеспечения автономным гибридным энергокомплексом



сом (ГЭК) только собственных нужд ГРС. Переменный характер выработки электрической энергии с помощью гелио- и ветроустановок определяет необходимость разработки схемных решений ГЭК на основе ВИЭ, которые при требуемой надёжности, были бы эффективными с учётом конкретных местных условий. Для этого АСУ ГЭК должна быть «интеллектуальной» и адаптивной к возмущающим воздействиям, а алгоритмы её функционирования должны обеспечивать бесперебойное энергоснабжение ГРС.

Более эффективному решению сформулированной задачи способствует в том числе использование накопителей тепловой и электрической энергии. В таком случае выбор установленной мощности автономного источника электроэнергии ГЭК производится по среднему значению нагрузки, а покрытие пиков нагрузки осуществляется использованием электроэнергии аккумуляторной батареи, заряжаемой в периоды провалов графика нагрузки. Тепловой аккумулятор выравнивает тепловую нагрузку. Этим самым снижаются затраты на оборудование ГЭК и улучшаются его эксплуатационные показатели. Использование подобного рода бестопливного ГЭК на ГРС позволяет отказаться от внешнего электроснабжения.

собой систему сбора данной низкопотенциальной энергии.

По результатам многочисленных исследований установлено, что значения теплового потока в грунтовых теплообменниках колеблются от 20 до 70 Вт с 1 м скважины. Использование аналитических моделей расчёта позволяет учесть специфику грунта в месте строительства и, соответственно, позволяет создать более эффективный (по капиталовложениям) источник тепловой энергии [6].

Анализируя проведённые исследования в области использования низкопотенциальной тепловой энергии грунта для геотермальных теплонасосных систем тепло- и холодоснабжения зданий и сооружений [7, 8], можно сделать вывод, что, несмотря на фундаментальность и всесторонность исследований, вопросы динамики процессов теплосъёма и аккумуляции теплоты в грунтовых теплообменниках в суточном режиме рассмотрены не в полном объёме. Кроме того, отсутствует методика оптимизации системы сбора низкопотенциальной энергии грунта (СНЭГ) для целей теплоснабжения АГРС, учитывающая индивидуальные особенности энергопотребления АГРС, генерации электроэнергии ДГА и энергопоступления от ВИЭ.

Ранее проведённые исследования показывают, что стоимость непосредственно ГТО для теплоснабжения зданий соизмерима со стоимостью остальной части гибридных энергокомплексов. Поэтому актуальна задача по снижению стоимости грунтовых теплообменников путём реализации технических решений:

1. Перевод ГТО в режим циклической знакопеременной работы. Результаты функционирования системы теплоснабжения с ГТО энергоэффективного здания в знакопеременном режиме и данные [11] показывают (рис. 1), что теплопроизводительность ГТО существенно снижается в первые пять-десять дней. Периодическая подача избыточной теплоты от ВИЭ и ДГА в этом периоде может компенсировать теплотребление и поэтому теплопроизводительность тепловых насосных установок (ТНУ) с ГТО сохранится на высоком уровне, что в итоге позволит снизить расчётную мощность ГТО.

2. Устройство системы интенсификации теплообмена увлажнением грунта в зоне скважин. Это решение может использоваться в критических режимах в качестве резервного, если ГТО размещён в районе с сухим водопроницаемым грунтом.

3. Снижение расчётной нагрузки на ГТО интеллектуальным управлением энергопотребления АГРС-НП, так как ряд потребителей энергии АГРС-НП имеют свойство временной избыточности, позволяющее сгладить пиковое энергопотребление для минимизации расчётной мощности ГТО и оборудования АГРС.

4. Оптимизация параметров совместной работы ГТО с альтернативным источником низкопотенциальной тепловой энергии (ВИЭ, воздушные калориферы и др.) и ДГА позволяет повысить эффективность функционирования гибридного энергокомплекса.

5. Для решения поставленной задачи используется известное [9, 10] базовое схемное решение энергокомплекса ГРС, дополненное оборудованием (ПКТО и ВТО) и связями между ними, характерными для автономного энергокомплекса АГРС-НП (рис. 2), реализующего термодинамические процедуры оптимального преобразования потенциальной энергии технологического газа и низкопотенциальной энергии ВИЭ.

Установка с ДГА и ТНУ функционирует следующим образом. Технологический газ по магистрали высокого давления поступает на ГРС. Для выработки электроэнергии используется установка ДГА, в состав которой (кроме ДГА) входит электрический пиковый теплообменник подогрева газа перед детандером ПКТО. Снижение

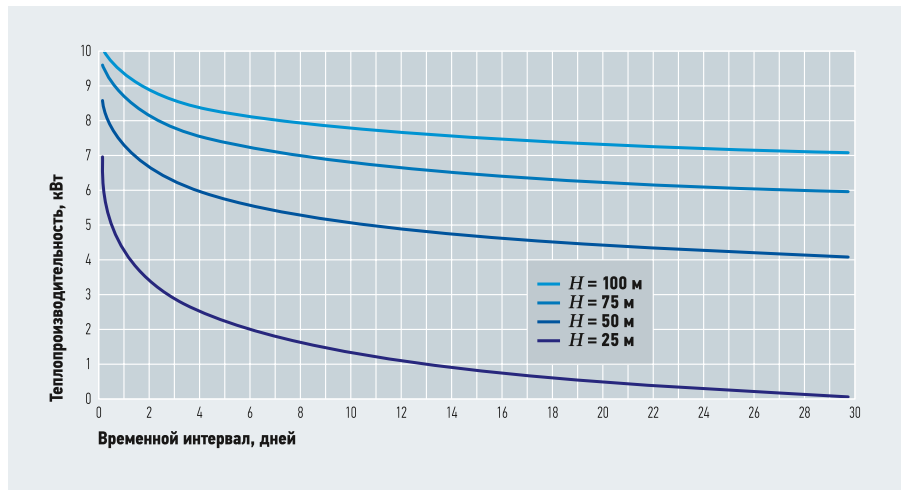


Рис. 1. Изменение теплопроизводительности ГТО при различных H для теплофизических характеристик $\lambda = 0,45$ Вт/(м·К) и $a = 3,2$ м²/с [11]

давления в детандере осуществляется за счёт расширения потока транспортируемого газа, при этом в генераторе ДГА вырабатывается электроэнергия. Часть электроэнергии, вырабатываемой электрогенератором ДГА, подаётся на привод компрессора ТНУ, остальное подаётся на ПКТО и на собственные нужды ГРС. Для основного подогрева газа перед ДГА в теплообменнике до температуры 50–80 °С используется парокompрессионная ТНУ, в состав которой входят испаритель, компрессор, дросселирующее устройство

и конденсатор, являющийся одновременно теплообменником подогрева газа.

В испарителе фазовое превращение хладагента происходит за счёт теплоты низкого температурного потенциала, поступающего от грунтового аккумулятора и от воздушного теплообменника, являющихся в данном случае источниками низкопотенциальной энергии (ВИЭ). При незначительных расходах газа в ночное время и отсутствии энергопоступления от ВИЭ, бесперебойность энергоснабжения потребителей собственных нужд ГРС может быть нарушена, что влечёт за собой необходимость использования электрических аккумуляторов, не указанных на базовой схеме.

С целью снижения проектной мощности ГТО, предотвращения его промерзания и повышения эффективности работы ТНУ должна предусматриваться его стратифицированная «накачка» в периоды поступления энергии от ВИЭ. Таким образом осуществляется естественная балансировка процесса генерации энергии и её потребления с сохранением высокого температурного потенциала грунтовых теплообменников.

Возможность минимизации затрат на создание энергокомплекса проверяется путём имитационного моделирования процессов преобразования энергетических потоков в условиях нестационарного потребления вырабатываемой энергии и поступления возобновляемых энергетических ресурсов на основе изменения теплового баланса и статических характеристик элементов энергокомплекса по выбранному критерию минимизации.

Альтернативные варианты организации автономного бестопливного энергоснабжения при существенно отличающихся капитальных затратах имеют практически равные эксплуатационные расходы. Поиск оптимального варианта состава оборудования энергокомплекса АГРС-НП с ВИЭ по критерию минималь-

Периодическая подача избыточной теплоты от ВИЭ и ДГА в этом периоде может компенсировать теплотребление и поэтому теплопроизводительность ТНУ с ГТО сохранится на высоком уровне, что в конечном итоге позволит снизить расчётную мощность ГТО

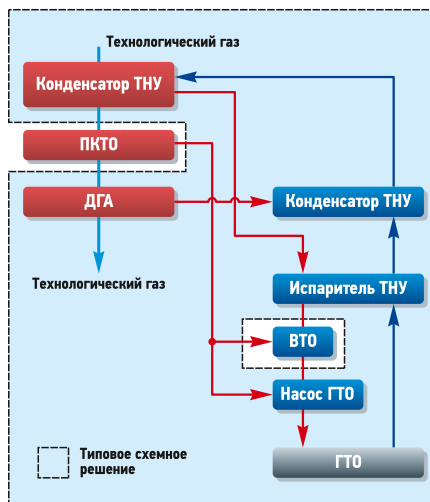


Рис. 2. Функциональная схема энергокомплекса АГРС-НП (ТНУ — тепловая насосная установка; ПКТО — пиковый теплообменник; ДГА — детандер-генераторный агрегат; ВТО — воздушный теплообменник; ГТО — грунтовый теплообменник)

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



XII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

X МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС



Энергосбережение и энергоэффективность.

IT ТЕХНОЛОГИИ. ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ. ЭКОЛОГИЯ



Санкт-Петербург

Дата проведения уточняется

Организатор



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

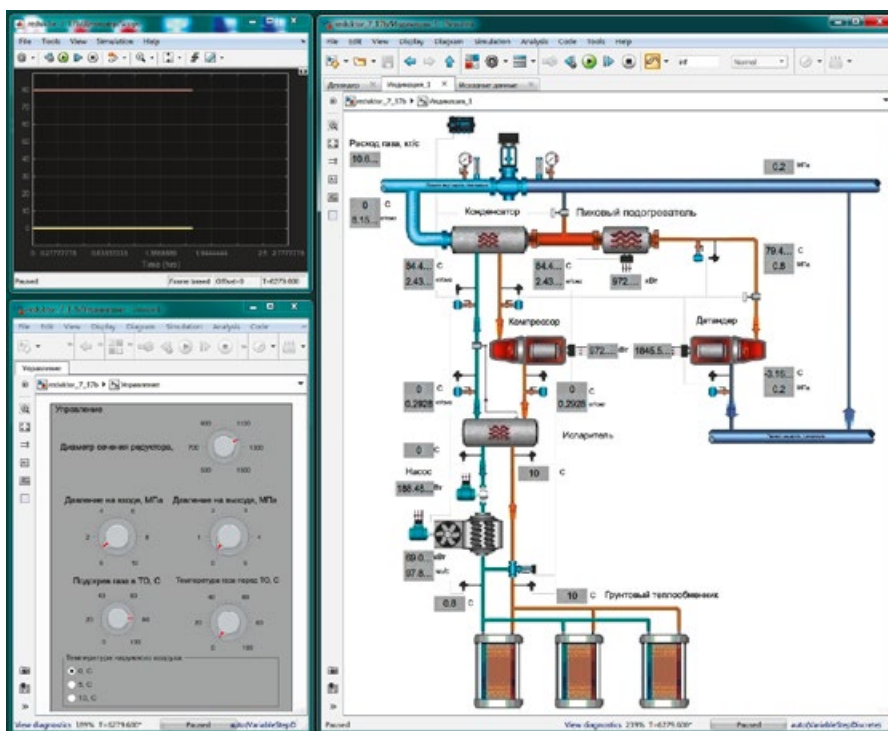
МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ: КВЦ "Экспофорум", Петербургское шоссе, 64/1

Генеральный
информационный
партнер

ЭНЕРГЕТИКА
И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
РОССИИ

ного значения капитальных затрат осуществляется расчётным путём с использованием имитационной модели, разработанной в пакете прикладных программ MATLAB (рис. 3), в следующем порядке:

- для заданных значений мощности нагрузки, соотношения тепловых мощностей конденсатора ТНУ и ПКТО, а также параметров технологического газа, рассчитывается вырабатываемая ДГА мощность и количество тепловой энергии на подогрев газа для предотвращения критического снижения его температуры за турбиной ДГА;
- для рассчитанного количества теплоты, передаваемой газу конденсатором ТНУ, определяются параметры хладагента, расходные и мощностные характеристики ТНУ;
- по количеству теплоты, передаваемой хладагенту в испарителе ТНУ, определяются параметры теплоносителя, расход-



•• Рис. 3. Интерфейс имитационной модели энергокомплекса АГРС-НП с использованием ВИЭ

•• Результаты расчётов мощностных характеристик оборудования и капитальных затрат на создание энергокомплекса АГРС-НП с ВИЭ табл. 1

Исходные данные		Результаты расчётов						
Отношение мощностей ПКТО/конденсатор ТНУ / ПКТО/ $Q_{к.ТНУ}$	Мощность внешней нагрузки $N_{вн}$, кВт	Мощность ДГА $N_{ДГА}$, кВт	Мощность конденсатора ТНУ $N_{к.ТНУ}$, кВт	Мощность ПКТО $N_{ПКТО}$, кВт	Стоимость ДГА $C_{ДГА}$, \$	Стоимость ТНУ и ГТО $C_{ТНУ}$, \$	Стоимость ПКТО $C_{ПКТО}$, \$	Стоимость суммарная C_{Σ} , \$
0	20,03	68,00	30,01	0	51000	285813	0	336813
0,1	20,05	65,04	23,02	6,50	48780	245990	1300	296070
0,2	20,04	65,04	18,26	12,99	48780	218748	2598	270126
0,3	20,02	66,15	14,11	19,78	49612,5	194820	3956	248389
0,4	20,01	69,48	10,76	27,68	52110	175610	5536	233256
0,5	20,01	76,53	8,282	38,08	57397,5	161415	7616	226429
0,6	20,03	87,83	6,00	52,46	65872,5	148410	10492	224775
0,7	20,03	107,8	4,05	75,14	80850	137105	15028	232983
0,8	20,01	149,9	2,47	119,40	112425	127713	23880	264018
0,9	20,01	280,5	1,325	251,60	210375	120403	50320	381098
0	40,10	135,8	59,93	0	101850	570775	0	672625
0,1	40,04	129,9	45,98	12,98	97425	491300	2596	591321
0,2	40,03	129,9	36,47	25,93	97425	436900	5186	539511
0,3	40,03	132,3	28,22	39,56	99225	389640	7912	496777
0,4	40,03	139,0	21,51	55,35	104250	351220	11070	466540
0,5	40,03	153,1	16,56	76,17	114825	322830	15234	452889
0,6	40,02	175,5	11,99	104,80	131625	296523	20960	449108
0,7	40,03	215,5	8,09	150,10	161625	273998	30020	465643
0,8	40,02	299,8	4,94	238,80	224850	255425	47760	528035
0,9	40,01	560,9	2,65	503,10	420675	240720	100620	762015
0	70,02	237,7	104,90	0	178275	999175	0	1177450
0,1	70,03	227,2	80,41	22,71	170400	859350	4542	1034292
0,2	70,00	227,2	63,78	45,36	170400	764150	9072	943622
0,3	70,03	231,4	49,36	69,20	173550	681700	13840	869090
0,4	70,02	243,1	37,63	96,83	182325	614550	19366	816241
0,5	70,02	267,7	28,98	133,20	200775	564825	26640	792240
0,6	70,03	307,0	20,98	183,40	230250	518925	36680	785855
0,7	70,01	376,9	14,15	262,60	282675	479400	52520	814595
0,8	70,02	524,6	8,65	417,80	393450	447100	83560	924110
0,9	70,00	981,3	4,63	880,20	735975	421175	176040	1333190

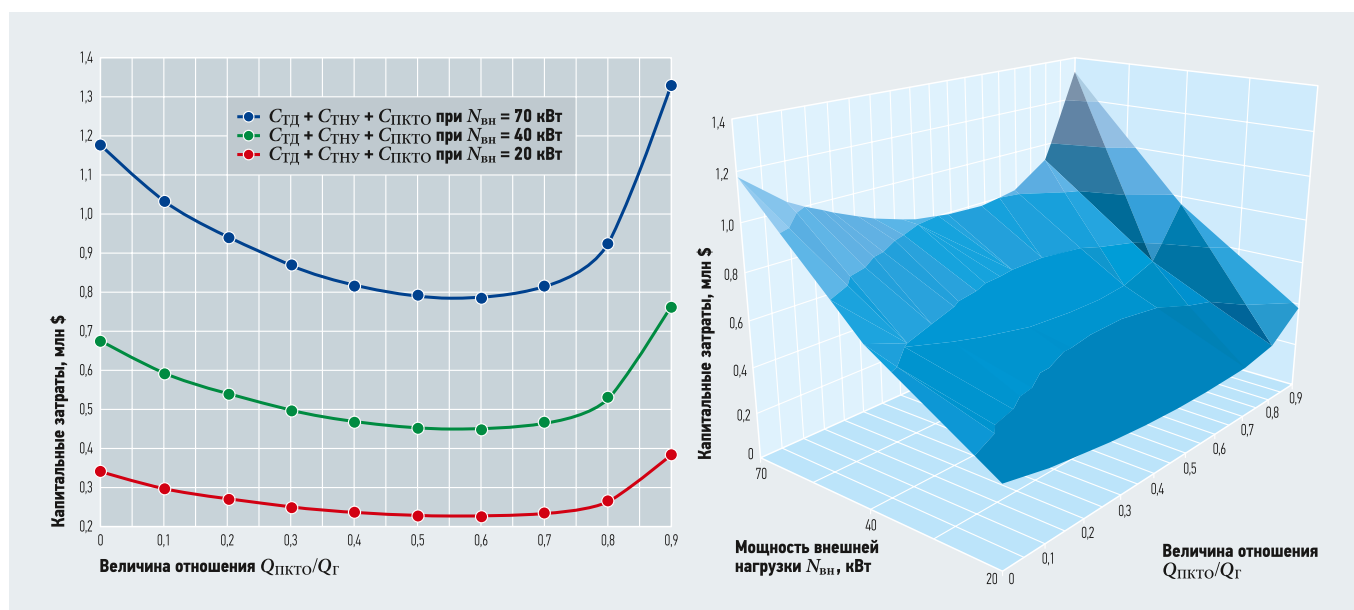


Рис. 4. Результаты расчётов капитальных затрат на создание АГРС-НП с ВИЭ

ные и мощностные характеристики ГТО, обеспечивающего работу ТНУ и энергокомплекса АГРС-НП в целом;

□ устанавливая в качестве исходных условий расчёта различные соотношения мощностей базового и пикового подогревателей газа (конденсатора ТНУ и ПКТО, соответственно), определяются требуемые для обеспечения генерируемой детандер-генераторным агрегатом мощности характеристики теплонасосные установки и грунтового теплообменниками.

В качестве примера выполнены расчёты генерируемой детандер-генераторным агрегатом мощности, а также характеристик ТНУ и ГТО в составе энергокомплекса АГРС-НП с ВИЭ в зависимости от соотношения мощностей базового и пикового подогревателей при заданных параметрах технологического газа: перед турбиной ДГА (давление газа — 4,5 МПа, температура газа — 0°C); за турбиной ДГА (давление газа — 1,2 МПа, минимально допустимое значение температуры газа — 5°C). Результаты расчётов приведены в табл.1 и на рис. 4.

При поиске минимума капитальных затрат на создание энергокомплекса АГРС-

НП с ВИЭ использованы значения удельных затрат на оборудование по данным [4, 5, 7, 10], которые приведены в табл. 2.

Анализ результатов расчётных режимов функционирования АГРС-НП с ВИЭ позволил определить оптимальное отношение мощностей базового и пикового подогревателей газа как 0,4 и 0,6, соответственно, по значению критерия оптимизации — минимуму капзатрат на создание энергокомплекса АГРС-НП с ВИЭ.

Полученные результаты позволили сделать следующие выводы:

1. Создание в перспективе автоматизированных газораспределительных станций нового поколения (АГРС-НП) определяют актуальность устройства надёжных автоматизированных бестопливных систем автономного энергоснабжения ГРС.

Удельные затраты на создание АГРС-НП, использующих ВИЭ табл. 2

Установка (в составе АГРС-НП)	Удельные капитальные затраты, \$/кВт
ДГА	750
ТНУ с ГТО (комплект)	4250
ПКТО	200

1. Аверьянов В.К., Давыдов О.А., Блинов А.Н., Анисимов С.М. Тенденции развития энергосистем ГРС // Вестник гражданских инженеров, 2019. №2. С. 122–130.
2. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика [Электр. текст]. СПб ПУ Петра Великого, 2016. Режим доступа: elib.spbstu.ru. Дата обрац.: 02.11.2020.
3. Дистанов Р.Ю., Посмак М.П., Лигачёв А.В. Перспективы развития ГРС ПАО «Газпром» // Территория «Нефтегаз», 2016. №12. С. 34–38.
4. Агабабов В.С., Смирнова У.И., Колосов А.М. Оценка эффективности работы бестопливных энергогенерирующих установок для производства электроэнергии в системе газоснабжения // Вестник МЭИ, 2010. №2. С. 15–20.
5. Фокин Г.А. Методология создания автономных турбинных источников электрической энергии, исполь-

- зующих энергию сжатого природного газа для собственных нужд газотранспортной системы России: Дисс. доктора техн. наук по спец. 05.04.12. — СПб.: СПб ПУ Петра Великого, 2015. 456 с.
6. Кротов В.М. Совершенствование методики расчёта первичного контура систем теплоснабжения, использующих низкопотенциальную теплоту грунта: Дисс. канд. техн. наук по спец. 05.23.03. — Тюмень: ТюмГАСУ, 2011. 139 с.
7. Журмилова И.А. Совершенствование систем тепло- и холодоснабжения зданий с применением грунтовых теплообменников: Дисс. канд. техн. наук по спец. 05.23.03. — Владивосток: ДВФУ; ПГУАС, 2016. 155 с.
8. Сапрыкина Н.Ю., Панов М.Я. Исследование изменения температурного поля грунтового массива при воздействии циклическим знакопеременным тепло-

2. На основе процессов преобразования энергетических потоков в условиях нестационарного потребления вырабатываемой энергии и поступления возобновляемых энергетических ресурсов, а также статических характеристик оборудования, разработана комплексная имитационная модель, позволяющая:

- выполнять расчёты и анализ теплового баланса энергетических установок АГРС-НП с ВИЭ;
- определять расходные и мощностные характеристики энергетического оборудования АГРС-НП с ВИЭ;
- оптимизировать состав, структуру и режимы функционирования энергетического оборудования АГРС-НП с ВИЭ по выбранному критерию оптимизации.

Анализ результатов моделирования режимов функционирования АГРС-НП с ВИЭ, для рассматриваемого примера, позволил определить оптимальное отношение мощностей базового и пикового подогревателей газа как 0,4 и 0,6, соответственно, по значению критерия оптимизации — минимуму капитальных затрат на создание энергокомплекса АГРС-НП, использующего ВИЭ. ●

- вым потоком // Научный журнал строительства и архитектуры, 2018. №4. С. 117–127.
9. Патент РФ №2150641. МПК 7 F25 В 11/02, F 01 К 27/00. Способ работы детандерной установки и устройство для его осуществления / Агабабов В.С. Заявл.: 15.06.1999; опубл.: 10.06.2000. Бюл. №16.
 10. Байдакова Ю.О. Исследование эффективности схем бестопливных установок генерации электроэнергии на основе детандер-генераторных агрегатов и тепловых насосов: Дисс. канд. техн. наук по спец. 05.14.01. — М.: ОАО «ВТИ»; НИУ «МЭИ», 2013. 155 с.
 11. Филатов С.О. Влияние теплофизических характеристик грунта на размеры вертикальных грунтовых теплообменников тепловых насосов // Холодильщик (holodilshchik.ru), 2013. №12(108).
- References — see page 79.



О реальном положении дел с повышением энергоэффективности многоквартирных домов в России

В государственном докладе «О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации», подготовленном Минэкономразвития России, констатируется, что в 2000 году энергоёмкость нашего ВВП более чем в два раза превышала мировой уровень, затем, к 2007-му, уменьшилась до 0,25 тонны н. э. на \$ 1000, а с 2007 по 2013 годы снизилась только на 8%, оставаясь далее неизменной*¹ — вопреки указу Президента РФ от 4 июня 2008 года №889 о снижении энергоёмкости ВВП к 2020 году в размере не менее 40% относительно уровня 2007-го. Только на 8% вместо планируемых 40%. Автор приводит свой развернутый критический комментарий к госдокладу.

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

Повышение энергетической эффективности МКД нового строительства

На фоне такого удручающего положения со снижением энергоёмкости ВВП России слишком оптимистичными представляются достижения в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности многоквартирных домов (МКД), потребляющих значительный объём энергетических ресурсов. Согласно госдокладу «О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации» (далее — «госдоклад»), доля введённых МКД с повышенными классами энергоэффективности в России в 2018 году составила 27% по сравнению с 2017 годом*² или 3636 домов от суммарно вводимого по стране количества (13457 единиц), а доля таких зданий в существующем жилищном фонде страны на конец 2018 года*³ составляла 46% или 512247 домов из общего количества 1110977 единиц.

Относительно приведённых данных следует отметить, что, во-первых, неправильно представлять данные о вводе МКД и их объёме в жилищном фонде по количеству зданий. Росстат приводит эти показатели в квадратных метрах площади жилых единиц (квартир), что более представительно, так как дома могут быть разные по этажности, по числу секций, а соответственно, по количеству и площади квартир. Это подтверждает сравнение по показателю соотношения объёма вводимого жилья в 2017 году к жилищному фонду (по состоянию к концу этого года) по суммарной площади квартир, из данных Росстата в [1]: $46/2528 = 0,018$, и то же по количеству зданий (в докладе): $13457/1110977 = 0,012$.

Естественно, более правильно первое соотношение, потому что в последние

годы здания строят более высокоэтажные, чем построенные в прошлом веке и находящиеся в подавляющем большинстве в составе жилищного фонда.

Во-вторых, приведенное в докладе количество МКД с повышенными классами энергетической эффективности — это ошибочное представление некоторых регионов, в которых экспертиза проектной документации строящихся зданий и Госстройнадзор запутались в противоречивых нормативно-технических актах, издаваемых Правительством России и его Минстроем, о чём подробно разъяснено в предыдущей публикации [2].

Согласно госдокладу «О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации», доля введённых МКД с повышенными классами энергетической эффективности в РФ в 2018 году составила 27% по сравнению с 2017 годом

Так, в связи с изменениями к постановлению Правительства РФ №18 постановлением от 20 мая 2017 года №603, требования энергетической эффективности должны предусматривать уменьшение показателей, характеризующих удельную величину годового расхода энергетических ресурсов для вновь создаваемых зданий с 1 января 2018 года не менее чем на 20% по отношению к базовому уровню, с 1 января 2023 года — ещё на 20% и с 1 января 2028 года — всего не менее чем на 50% по отношению к базовому уровню, за который принимается 2003 год, год утверждения СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

*¹ См. обсуждаемый госдоклад: рис. 3 «Достижение целевого значения энергоёмкости ВВП Российской Федерации в соответствии с указом Президента РФ от 4 июня 2008 года №889 при текущих темпах» и рис. 7 «Уровень энергоёмкости ВВП Российской Федерации по отношению к мировому».

*² См. обсуждаемый госдоклад: рис. 11 «Доля введённых в эксплуатацию МКД с повышенными классами энергетической эффективности в Российской Федерации в 2018 году».

*³ См. обсуждаемый госдоклад: рис. 12 «Доля МКД с повышенными классами энергетической эффективности в Российской Федерации по состоянию на конец 2018 года».

В этом нормативном документе впервые в нашей стране были сформулированы требования к показателю энергетической эффективности строящихся и проходящих капитальный ремонт отапливаемых зданий, и в соответствии с этими требованиями выполнялось их проектирование. А в Своде Правил 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (далее СП 50), вышедшем взамен СНиП 23-02-2003 и утверждённым Минстроем России после публикации постановления Правительства РФ от 25 января 2011 года №18, в котором устанавливалось требование повышения энергоэффективности с 2011 года на 15% по отношению к базовому уровню, вопреки этому постановлению данное требование пропущено.

Это привело к тому, что проектировщики вообще не могли предусматривать повышение энергоэффективности строящихся зданий сверх нормального класса. Повышение энергоэффективности капитально ремонтируемых зданий хотя бы до уровня нормального класса, предусматриваемое по СНиП 23-02, также исключается, потому что в СП 50 такие здания не рассматриваются, а СНиП 23-02 с выходом СП 50 уже не действует.

Отсюда следует парадоксальный, но при этом, увы, отражающий реальность, вывод: ни один из вводимых в нашей стране многоквартирных домов, начиная с 1 июля 2015 года (дата ввода в действие СП 50.13330.2012), не может иметь повышенную энергетическую эффективность.

Предложения по повышению энергоэффективности жилищного фонда МКД

В госдокладе в качестве основного направления государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в 2018 году приводится реализация положений «Комплексного плана мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики Российской Федерации» (утверждён распоряжением Правительства РФ от 19 апреля 2018 года №703-р*4) в части снижения потребления энергетических ресурсов МКД (без учёта нового строительства), что означает распространение мероприятий плана только на существующий жилищный фонд.

Установлены следующие целевые показатели: «6. Снижение потребления тепловой энергии на отопление, по отношению к фактическому базовому теплопотреблению 2016 года в 397 497,47 тыс. Гкал

*4 Распоряжение от 19 апреля 2018 года №703-р «Об утверждении комплексного плана по повышению энергетической эффективности экономики России».

(или 462 290 ГВт·ч) в 2025 году на 10% и в 2030 году — ещё на 15% (в целом на 25%)» и «7. Снижение потребления электрической энергии на общедомовые нужды по отношению к фактическому базовому в 8358,68 ГВт·ч на те же 10 и 15% в те же годы».

В отношении целевых показателей снижения теплопотребления МКД, устанавливаемых этим распоряжением, считаю неправильным планирование данного снижения для зданий каждого региона строительства в процентах от фактического теплопотребления в 2016 году, потому что, как будет показано далее, это приводит к неопределённости, не конкретно и не контролируемо.



Для реализации Комплексного плана снижения теплопотребления на отопление МКД при их капитальном ремонте необходимо их утепление, а системы отопления следует оборудовать автоматическим регулированием подачи и учёта теплоты на отопление и вентиляцию

Более того, это снижение теплопотребления МКД, реализуемое, во-первых, в основном за счёт утепления стен, замены окон на более энергоэффективные. Во-вторых, оно реализуется путём оборудования систем отопления автоматическим регулированием подачи и учёта теплоты на отопление и вентиляцию.

Как первое, так и второе противоречит всё ещё действующему приказу Минстроя России от 17 ноября 2017 года №1550/пр, по которому в п. 8, наоборот, подчёркивается, что при капитальном ремонте МКД запрещается их утепление:

«Для реконструируемых или проходящих капитальный ремонт зданий (за исключением многоквартирных домов) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию уменьшается с 1 июля 2018 года на 20% по отношению к базовому значению».

Тем не менее, оценка в [1, 2] количества МКД, которые должны быть подвергнуты капитальному ремонту с утеплением, проведённая для того, чтобы выполнить требование «Комплексного плана» о снижении потребления тепловой энергии на отопление в существующем жилищном фонде на 25% в 2030 году, показала, что такой ремонт должен происходить ежегодно в МКД площадью 2,5% от площади

жилищного фонда к 2020 году, что близко к объёмам нового строительства. Кстати, при таком сценарии получается, что комплексному капитальному ремонту будут подвергнуты почти все МКД, построенные до 1980 года.

Как было показано ранее, одновременно с повышением теплозащиты МКД, построенных до 1980 года во всех регионах Российской Федерации, для реализации «Комплексного плана» снижения теплопотребления на отопление многоквартирного дома при их капитальном ремонте необходимо оборудовать все системы отопления домов автоматическим регулированием подачи и учёта теплоты на отопление и вентиляцию. Это предусмотрено существующими нормами при подключении этих систем к тепловым сетям централизованного теплоснабжения через автоматизированный индивидуальный тепловой пункт (АИТП) или автоматизированный узел управления (АУУ), при теплоснабжении от центрального теплового пункта (ЦТП) либо от квартальных котельных.

При этом для достижения максимальной экономии энергии при обеспечении нормируемой комфортной температуры воздуха*⁵ +20°C и нагрева наружного воздуха для вентиляции не ниже минимально нормируемого воздухообмена, необходимо настроить контроллер регулятора подачи теплоты в системы отопления в зависимости от изменения температуры наружного воздуха по графику, с учётом увеличивающейся доли бытовых теплопотуплений в тепловом балансе дома при повышении температуры наружного воздуха и выявленного запаса тепловой мощности системы отопления данного дома*⁶.

В госдокладе констатируется также, что в 2018 году доля МКД, оборудованных индивидуальными тепловыми пунктами (ИТП) с автоматическим погодным регулированием температуры теплоносителя, возросла на 1% по сравнению с 2017 годом и составила*⁷ 5% в целом по жилищному фонду страны. При указанных темпах (прирост 1% в год) только 22% вводимого в эксплуатацию жилья к 2035 году будет оснащено ИТП*⁸ с автоматическим погодным регулированием по оптимизированному графику — одной из современных и наиболее энергоэффективных технологий в теплоснабжении (экономия энергии при настройке контроллера регулятора по «графику Ливчака»*⁶, как доказано, достигает не менее 20%). Ежегодные темпы ввода МКД с подобной технологией необходимо увеличить в пять-шесть раз, чтобы с 2035 года 100% вводимых МКД были оснащены ИТП или АУУ с автоматическим погодным регулированием.

Непонятно, почему в государственном докладе такое большое внимание уделяется обязательности устройства АИТП в МКД. Установка автоматизированных ИТП не является панацеей при массовом распространении в нашей стране централизованного теплоснабжения с ЦТП, к которым подключаются до десяти и более МКД, системы отопления которых присоединяются к внутриквартальным сетям отопления, как правило, через элеватор. При сохранении ЦТП для дости-



жения указанных целей экономически выгоднее устанавливать в домах не АИТП, а автоматизированный узел управления системой отопления (АУУ).

По установке АУУ также необходимо отчитываться, как и по АИТП, и совмещать их установку с общедомовыми приборами учёта теплоты. АИТП следует устанавливать в новом строительстве, потому что отказ от ЦТП способствует повышению надёжности и экономии энергоресурсов, в том числе и электроэнергии для перекачки горячей воды как в системах отопления, так и горячего водоснабжения, а также при реконструкции ЦТП и квартальных сетей от них до домов, когда реконструкция вызвана их расширением или приближением срока капитального ремонта.

Установка автоматизированных ИТП не является панацеей, при массовом распространении в нашей стране централизованного теплоснабжения с ЦТП для повышения энергоэффективности систем отопления МКД следует вместо элеватора устанавливать АУУ с подмешивающим насосом роторного типа

Оценка потребления электроэнергии МКД

Показатели удельного годового расхода электрической энергии, потребляемой населением, приводимые в госдокладе в расчёте на одного человека*⁹, должны представляться на 1 м² площади квартир, в соответствии с постановлением Правительства РФ №1129*¹⁰, согласно которому в п. 4 «Требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов», добавляется подпункт «Г», где сказано, что «суммарный удельный расход энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на электрообеспечение в части расхода электрической энергии на общедомовые нужды указывается в размерности кВт·ч/м²».

В госдокладе, вероятно, приводится расход электроэнергии*¹¹, потребляемой не только на общедомовые нужды, но и квартирами. Поэтому для оценки энергоэффективности, подобно тому, как с тепловой энергией требуется выделять отдельно потребляемую на отопление, из общего потребления МКД также следует отдельно выделять и электрическую энергию на общедомовые нужды. Но электроэнергию, потребляемую квартирами, как и на общедомовые нужды, также надо относить не на одного человека, а на 1 м² площади квартир.

Это следует делать в соответствии с требованиями «Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений» (п. 16)*¹², где выдвигаются требования о включении нормируемого удельного суммарного расхода первичной энергии в нормируемые показатели, характеризующие годовую удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании.

*⁵ См. Свод Правил 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003».

*⁶ Данный график назван «графиком Ливчака» (см. [3]) в честь В.И. Ливчака, разработавшего и реализовавшего его на практике. — Прим. ред.

*⁷ См. обсуждаемый госдоклад: рис. 13 «Доля вводимых МКД, оборудованных ИТП с автоматическим погодным регулированием температуры теплоносителя».

*⁸ См. обсуждаемый госдоклад: рис. 14 «Темпы ввода МКД, оборудованных ИТП с автоматическим погодным регулированием температуры теплоносителя».

*⁹ См. обсуждаемый госдоклад: Приложение Г, табл. Г8 «Удельные годовые расходы энергетических ресурсов субъектами Российской Федерации в 2018 году».

*¹⁰ Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2013 года №1129 «О внесении изменений в требования к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».

*¹¹ См. обсуждаемый госдоклад: рис. 19 «Удельный расход электрической энергии в субъектах Российской Федерации, расположенных в умеренно-континентальном климатическом поясе в 2018 году, кВт·ч в год на одного человека».

*¹² Утверждены постановлением Правительства РФ от 25 января 2011 года №18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов».

А в первичную энергию составной частью входит электрическая энергия, потребляемая и квартирами; для того, чтобы её суммировать с другими видами энергии, она должна быть представлена в размерности кВт·ч/м².

В отношении удельного годового расхода горячей и холодной воды населением, вероятно, надо разделять потребление МКД и индивидуальным жилфондом, у которого добавляется расход воды на сельскохозяйственные или приусадебные нужды. И сравнивать это потребление не только между субъектами РФ, но и с нормируемыми значениями СП 30.13330.2012*¹³ для оценки эффективности потребления воды.

Об удельных годовых расходах тепловой энергии на отопление

В отношении табл. Г8 «Удельные годовые расходы энергетических ресурсов субъектами Российской Федерации в 2018 году» и одного из положений Основных выводов госдоклада на основании рис. 18*¹⁴: «Удельное потребление тепловой и электрической энергии в жилищном секторе в регионах со схожими климатическими условиями различается до трёх раз» следует сказать, что в потреблении тепловой энергии на отопление МКД такого не может быть физически.

Дело в том, что, если здание систематически недогревается, жители этого не потерпят и заставят увеличить подачу теплоты на отопление. А чтобы в три раза увеличились теплоотдача системы отопления, надо пропустить через неё раз в шесть больше теплоносителя, что потребует в $6^2 = 36$ раз больший напор перед системой отопления, что практически невозможно!

Такая разбежка в показателях среднего фактического удельного годового теплопотребления на отопление МКД между субъектами РФ связана с непониманием этими субъектами, что и как надо представлять!

Здесь могут быть следующие нарушения системного порядка:

1. Нет чёткости в отделении многоквартирных домов от всего количества других жилых домов. При том, что Жилищным кодексом понятие многоквартирного дома не определено, данное определение предусмотрено п. 6 постановления Правительства РФ от 28 января 2006 года №47 «Об утверждении положения о признании помещения жилым...», на основании которого письмом Минэкономразвития России от 17 октября 2011 года №ОГ-Д23-1694 признается «многоквартирным домом совокупность двух и более квартир, имеющих самостоятельные выходы либо на земельный участок, прилегающий к жилому дому, либо в помещения общего пользования в таком доме. Кроме того, подразумевается, что многоквартирный дом имеет общее имущество помещений общего пользования, в том числе собственников помещений в таком доме». Таким определением таунхаусы и сблокированные дома объединяются с многоквартирными, но в них общее только то, что они, как правило, строятся одним и тем же подрядчиком, а обслуживанием они не отличаются от индивидуального семейного дома, поскольку также имеют самостоятельные выходы на земельный участок, прилегающий к дому.

*¹³ СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85».

*¹⁴ См. обсуждаемый госдоклад: рис. 18 «Удельный расход тепловой энергии в МКД в субъектах Российской Федерации, расположенных в умеренно-континентальном климатическом поясе в 2018 году, Гкал/м² в год».



Время выбирать ваш новый Testo!

Газоанализаторы Testo:
профессиональная и надёжная поддержка при настройке систем отопления

- Исключительно лёгкая эксплуатация
- Удобное управление через приложение
- Минимум бумажной работы
- Интуитивно понятное меню
- Простая замена газовых сенсоров
- Увеличенный срок гарантийного обслуживания
- Прочность, эргономичность и привлекательный дизайн



В том же определении обнаруживается существенное отличие многоквартирных домов от таунхаусов и сблокированных домов. Ведь «многоквартирный дом имеет помещения общего пользования», поскольку квартиры такого дома выходят в общую лестничную клетку, которая требует совместного обслуживания. Но этого нет в таунхаусах и сблокированных домах.

Поэтому таунхаусы и сблокированные дома не следует включать в состав МКД, а фразу «имеющих самостоятельные выходы на земельный участок, прилегающий к жилому дому» из определения МКД в письме Минэкономразвития России следует исключить.

2. Нет чёткости в определении «расхода тепловой энергии в МКД» в табл. Г8. Как показало последующее сопоставление, под этим расходом имелся ввиду расход тепловой энергии на отопление, включая вентиляцию отапливаемых квартир и помещений общего пользования. Но многие могли предполагать, что это расход тепловой энергии не только на отопление, но и на горячее водоснабжение, тем более что нередки случаи, когда расчёты за теплотребление выполняются по единому теплосчётчику, измеряющему суммарный расход тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение, не разделяя его. В будущем необходимо помимо удельного годового расхода тепловой энергии на отопление МКД приводить и фактические средние за год удельные расходы тепловой энергии на горячее водоснабжение. Как и расход электрической энергии, удельный годовой расход тепловой энергии должен вычисляться не в [Гкал/м²] и не на одного человека, а как во всех европейских странах и в действу-

ющих нормах России (ГОСТ 31427–2010 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергоэффективности») — в кВт·ч/м². В частности, это необходимо для последующего сложения с расходом электрической энергии при определении расхода конечной энергии, потребляемой МКД (также это надо отделить колонкой включать в табл. Г8), и первичной энергии, потребляемой на источнике.

3. При представлении в госдокладе значений удельного годового расхода энергетических ресурсов, потребляемых МКД, не указано, что в соответствии с тем же ГОСТ 31427–2010 они относятся к единице площади квартир без летних помещений и полезной площади нежилых помещений (при их наличии; не путать с площадью помещений на общедомовые нужды). Это очень важно, так как специалисты часто их путают с общей площадью здания, состоящей из суммы

площадей отапливаемых этажей, измеряемых в пределах внутренних поверхностей наружных стен, включающей помимо площади квартир, площадь лестнично-лифтовых узлов и других помещений общедомового назначения, а также площади, занимаемые внутренними стенами. Поэтому общая площадь здания в 1,35–1,5 раза больше площади квартир, что при её использовании вместо площади квартир уменьшит во столько же раз показатели фактически измеренного удельного расхода энергетического ресурса. А ещё используют понятие «жилая площадь, включающая только площади жилых комнат квартир», которая по величине равна 0,5–0,65 от площади квартир, и при использовании такой «жилой площади» вместо площади квартир, показатели фактически измеренного удельного расхода возрастут от полутора до двух раз. Поэтому в табл. Г8 по каждому субъекту РФ должна быть указана площадь квартир как вводимых в отчётном году МКД, так и прошедших комплексный капитальный ремонт с утеплением.

4. При определении средней величины из всех представленных значений фактически измеренного удельного годового расхода любого энергетического ресурса следует исключить недостоверные значения, которые могут быть связаны с неполным измерением за какой-то месяц. То есть этот неполный расход мог быть учтён как за полный месяц. Кроме того, могут быть сбои, резко увеличивающие показания теплотребления по сравнению с предыдущими измерениями из-за перенастройки контроллера регулятора подачи теплоты в систему отопления, не замеченные оператором, возможна ошибка, связанная с «человеческим фактором», и др.



Поэтому необходимо исключить из представленного перечня показателей измерения теплотребления на отопление МКД за рассматриваемый год недостоверные значения, которыми могут быть показатели с отклонениями ниже 20% от нормируемых значений и более 50%.

Для этого следует по каждому зданию, вошедшему в перечень, определить удельную величину ожидаемого теплотребления на отопление фактически или взять этот показатель из Энергетического паспорта проекта, если вы ему доверяете. Либо — рассчитать по стандарту СТО НОП 2.01-2014 «Требования к содержанию и расчёту показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания» эту величину в соответствии с геометрическими параметрами рассматриваемого МКД, проектными значениями приведённого сопротивления теплопередаче наружных ограждений, нормируемыми значениями вентиляционного воздухообмена и удельной величины внутренних теплоступлений при стандартной заселённости квартир 20 м² площади квартир без летних помещений на одного человека и с учётом поддержания температуры внутреннего воздуха в квартире на нижнем пределе комфортного уровня в 20 °С.

Далее нужно пересчитать фактически измеренный расход теплоты на отопление за период не менее трёх месяцев на нормализованный отопительный период по обычному уравнению для зданий с авторегулированием подачи теплоты на отопление в зависимости от изменения температуры наружного воздуха по стандартному графику с $\dot{Q}_{от} = 0$ при $t_n = 18$ °С. Для зданий же, контроллер регулятора которых настроен на оптимизированный график с учётом увеличивающейся доли бытовых теплоступлений в тепловом балансе здания с повышением температуры наружного воздуха и с учётом выявленного запаса тепловой мощности системы отопления, — с введением в обычное уравнение регионального коэффициента пересчёта из [4]. Далее полученное значение следует сравнить с рассчитанным по выше цитируемому стандарту. После отсеивания недостоверных данных необходимо провести осреднение показателей по всем домам, вошедшим в перечень введённых в рассматриваемом году.

Так, в [1] на примере табл. 3 оценки фактического удельного теплотребления на отопление за 2007 год МКД, построенных в Москве до 1980 года, после отсеивания из 10 346 домов осталось 7748, и в результате было установлено среднее удельное годовое теплотребление на



отопление, пересчитанное на нормализованный отопительный период, в размере 193 кВт·ч/м² для многоквартирных зданий, построенных до 1980 года.

Кстати, руководствуясь той же статьёй [1], можно посчитать, какой должен быть средний фактически измеренный удельный расход теплоты на отопление МКД, введённый в 2018 году в Москве и указанный в табл. Г8 госдоклада равным 0,313 Гкал/м² (364 кВт·ч/м²). В 2018 году, по данным Мосгорстата, ввели в эксплуатацию жилые дома общей площадью 3541,2 тыс. м², в том числе МКД площадью 0,85 × 3541,2 = 3,021 млн м², из них 40% — панельных с расчётным удельным годовым расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию 71 кВт·ч/м² и 60% с расходом базового уровня — 95 кВт·ч/м². Теоретически средний расчётный расход теплоты на отопление:

$$0,4 \times 71 + 0,6 \times 95 = 85,4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2.$$

С учётом того, что подача теплоты в эти дома выполняется не по оптимизированному графику, фактический расход теплоты будет на 35% выше — $1,35 \times 85,4 = 115$ кВт·ч/м², что более чем в три раза ниже отчётного показателя в табл. Г8 — 364 кВт·ч/м².

Возникает справедливый вопрос: «Откуда такие недостоверные сведения по Москве в государственном докладе?»

Утверждение в государственном докладе, что «удельное потребление тепловой энергии в жилищном секторе различается до трёх раз» свидетельствует о недостоверности представленных в табл. Г8 данных

Думаю, что, помимо перечисленных выше возможных нарушений системного порядка, на недостоверность представляемых показателей удельных годовых расходов энергетических ресурсов, потребляемых МКД, влияет и тот факт, что часть вводимых в эксплуатацию зданий оказывается ещё не заселена, не организована ещё полноценная эксплуатация этих зданий. Либо не ушла вся строительная влага из конструкций, из-за чего расходуется дополнительная тепловая энергия на их просушку. В домах, где капитальный ремонт выполняется без выселения жителей, эти нюансы должны оказывать меньшее влияние.

Предложения по ведению отчётности показателей, включённых в госдоклад в табл. Г8

Как сейчас перед субъектами РФ устанавливаются ежегодные планы ввода жилья по метражу площади квартир МКД с соответствующими требованиями по их энергоэффективности, так и в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 19 апреля 2018 года №703-р «Комплексным планом мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики Российской Федерации», на который есть ссылка в госдокладе, следует устанавливать такие же планы выполнения комплексного капитального ремонта МКД существующего жилищного фонда в части снижения потребления тепловой энергии на отопление. В соответствии с провозглашёнными целевыми показателями, как показали приведённые выше расчёты, комплексный капитальный ремонт с утеплением надо проводить ежегодно на МКД площадью, близкой к площади вводимого жилья.

Для контроля за реализацией этих решений субъекты РФ должны представлять следующие две таблицы, на основании которых будет заполняться искомая табл. Г8 «Удельные годовые расходы энергетических ресурсов субъектами РФ».

В результате для каждого МКД можно оценить существующий запас тепловой мощности запроектированной системы отопления по соотношению расчётного расхода теплоты на отопление из проекта ОВ и из проекта энергоэффективности; установить причину этих расхождений по отклонению принятых в проекте ОВ удельных показателей бытовых теплопоступлений и вентиляционного воздухообмена в квартирах; сопоставить между собой проектный и фактически измеренный, пересчитанный на нормализованный отопительный период удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию построенного МКД, и каково их отклонение от нормируемого значения; также (для капитально отремонтированного МКД) оценить отклонение достигнутого такого же расхода от нормируемого и количественную экономию тепловой энергии по разности теплотребования на отопление до и после выполнения капитального ремонта; сопоставить фактическое потребление тепловой энергии на горячее водоснабжение и электрической энергии в квартирах и на общедомовые нужды с нормируемыми



значениями, как и по потреблению конечной энергии.

Просуммировав площади квартир всех домов, представленных в каждой таблице, получим в количестве пронумерованных строк площадь квартир всех домов, законченных новым строительством и комплексным капитальным ремонтом в отчётном году каждым субъектом Российской Федерации. При осреднении показателей энергопотребления МКД, вынужденно принятых из проекта, полученные результаты необходимо в каждой строке в колонках 15, 17, 18 и 19 табл.1 и в колонке 14 обеих таблиц отдельно умножить на площадь квартир из колонки 7, сложить по всем строкам отдельно для каждой колонки и полученную сумму разделить на сумму площадей квартир домов в каждой таблице.

Для получения итоговых результатов осреднения при измерении показателей энергопотребления следует, как указыва-

лось выше, исключить из перечня МКД те дома, которые имеют отклонения в теплотреблении на отопление (колонка 16) от нормируемых значений (колонка 14) на величину ниже 20% и выше 50%. Далее, по каждой таблице необходимо полученные результаты в каждой оставленной строке в колонках 16, 17, 18 и 19, а также в колонке 15 табл. 2, отдельно умножить на площадь квартир из колонки 7, сложить по всем строкам отдельно для каждой колонки и полученную сумму разделить на сумму площадей квартир домов, оставленных в каждой таблице.

В результате получим средние удельные годовые расходы энергетических ресурсов, потребляемых МКД субъекта РФ отдельно по каждому направлению и суммарно по показателю потребления конечной энергии, которые записываются в итоговой строке таблиц в колонках 14, 15, 16, 17, 18 и 19, которые переносятся в сводную табл. Г8 из госдоклада.

Характеристика построенных МКД и показатели потребляемых ими удельных годовых расходов энергоресурсов региона* табл. 1

№	Адрес МКД	Серия дома	Этажность	Кол-во квартир	Кол-во жителей	Площадь квартир, м ²	Жилая площадь, м ²	% оснащённости водосчётчиками		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
$Q_{от.расч}, кВт$ проект ОВ	$q_{быт.уд.}$ проект ЭЗ	$q_{быт.уд.}$ Вт/м ² жилой	$g_{вент.уд.}$ м ³ (ч.чел.)	$q_{от.норм.}$ кВт-ч/м ² квартир	$q_{от.}$ кВт-ч/м ² кварт	проект	факт. ноп	$q_{гв.факт.}$ кВт-ч/м ²	$q_{эл.факт.}$ кВт-ч/м ²	$q_{сум.конеч.}$ кВт-ч/м ²
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	

Характеристика капитально отремонтированных МКД и показатели потребляемых ими удельных годовых расходов энергоресурсов региона* табл. 2

№	Адрес МКД и год их строительства	Серия дома	Этажность	Кол-во квартир	Кол-во жителей	Площадь квартир, м ²	Жилая площадь, м ²	% оснащённости водосчётчиками		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
$Q_{от.расч}, кВт$ проект ОВ	$q_{быт.уд.}$ проект ЭЗ	$q_{быт.уд.}$ Вт/м ² жилой	$g_{вент.уд.}$ м ³ (ч.чел.)	$q_{от.норм.}$ кВт-ч/м ² квартир	$q_{от.факт.ноп.}$ кВт-ч/м ² кварт.	до капрем.	после капрем.	$q_{гв.факт.}$ кВт-ч/м ²	$q_{эл.факт.}$ кВт-ч/м ²	$q_{сум.конеч.}$ кВт-ч/м ²
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	

* В отчётном году и с ГСОП_{норм} = ... градусо-сутки отопительного периода. Примечания:
 $Q_{от.расч}$ — расчётный расход тепловой энергии на отопление (тепловая нагрузка) при $t_{н.р} = ...^{\circ}C$ из разделов проекта «Отопление и вентиляция» (ОВ) и «Энергоэффективность» (ЭЗ), кВт; $q_{быт.уд.}$ — принятая в проекте ОВ удельная (на 1 м² жилой площади) величина бытовых теплопоступлений в квартирах, Вт/м² жилой площади (показатель контроля проекта); $g_{вент.уд.}$ — принятая в проекте ОВ удельная на человека величина расхода наружного воздуха для вентиляции квартир [м³(ч.чел.)], показатель контроля проекта; $q_{от.норм.}$ — нормируемый в зависимости от ГСОП_{норм} региона строительства и этажности МКД, а также требований повышения энергетической эффективности федеральных органов власти, удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД [кВт-ч/м² площади квартир без летних помещений, принимается из табл. 7 [1]]; $q_{от.лр}$ — удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию построенного в отчётном году МКД [кВт-ч/м² площади квартир], принимается из Энергетического паспорта проекта или рассчитывается по стандарту СТО НОП 2.01–2014 (колонка 15), в колонке 16 (при возможности выполнения измерения за период не менее трёх месяцев) $q_{от.факт.ноп.}$ — фактически измеренный за период не менее трёх месяцев (исключая последний месяц отопительного периода), пересчитанный на нормализованный отопительный период (НОП) по уравнению в [1] в зависимости от принятого графика авторегулирования подачи теплоты в систему отопления; $q_{от.факт.ноп.}$ (в табл. 2 капитально отремонтированных МКД за отчётный год) — фактически измеренный за период не менее трёх месяцев (исключая последний месяц

отопительного периода) и пересчитанный на нормализованный отопительный период по уравнению в [1] удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию МКД до выполнения капитального ремонта (колонка 15) и после (колонка 16), кВт-ч/м² площади квартир; $q_{гв.факт.}$ — удельный фактически измеренный за отчётный год годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение МКД (при измерении за неполный год пересчитывается по стандарту СТО НОП 2.01–2014, при невозможности измерения — $q_{гв.лр}$, включается нормируемая величина, указанная в примечаниях к табл. 7 в [1]); $q_{эл.факт.}$ — удельный фактически измеренный за отчётный год годовой расход электрической энергии, потребляемой квартирами и на общедомовые нужды МКД (при измерении за неполный год пересчитывается по стандарту СТО НОП 2.01–2014, при невозможности измерения — $q_{эл.лр}$, включается нормируемая величина, указанная в примечаниях к табл. 7 [1]), кВт-ч/м² площади квартир; $q_{сум.конеч.}$ — удельный суммарный расход конечной энергии, потребляемой МКД и получаемой суммированием перечисленных в колонках 16, 17 и 18 значений (для электрической энергии с умножением на коэффициент пересчёта электрического кВт-ч в тепловой, равный 2,0, если отсутствуют такие сведения в регионе), при наличии измерений за фактический период измерений с пересчётом на удельный годовой расход — $q_{сум.конеч.факт.}$, при отсутствии возможности измерить принимается по проектным данным $q_{сум.конеч.лр}$, кВт-ч/м² площади квартир.

Удельные годовые расходы энергетических ресурсов субъектами РФ (предлагаемая форма таблицы)

табл. Г8

Субъект РФ	ГСОП, градусо-сутки отопительного периода	Суммарная площадь квартир всех МКД	Средние удельные годовые расходы энергоресурсов, потребляемых МКД, кВт-ч/м ²					Кол-во жителей в МКД, по которым выполнены измерения	Расход воды (горячая и холодная), м ³ на одного жителя
			тепловой энергии на отопление нормируемое	тепловой энергии на отопление фактическое	тепловой энергии на горячее водоснабжение	электроэнергии в квартирах и на общедомовые нужды	конечной суммарной энергии		
I. МКД, законченных строительством в отчётном году									
XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
II. МКД, в которых закончен комплексный капитальный ремонт									
XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

Ниже в тех двух таблицах пишется фраза, что осреднение выполнено по показателям такого-то количества зданий с площадью квартир (приводится сумма всех оставшихся в перечне домов) из такого-то количества зданий с такой-то площадью квартир (приводятся все здания из первоначального перечня с их площадью квартир).

Если понадобится, можно установить, насколько в существующем жилищном фонде увеличится теплотребление после ввода жилья в МКД в отчётном году. Для этого следует показателем колонок 16 и 17 в итоговой табл.1 сложить и умножить на площадь квартир всех вводимых домов. А если надо узнать, насколько уменьшится теплотребление в существующем жилищном фонде после выполнения комплексного капитального ремонта в отчётном году, следует разность показателей колонок 16 и 15 табл. 2 сложить с разностью показателей расхода тепловой энергии на горячее водоснабжения до и после капитального ремонта и умножить на площадь квартир всех капитально отремонтированных в этом году многоквартирных домов.

Тогда табл. Г8 «Удельные годовые расходы энергетических ресурсов субъектами Российской Федерации» госдоклада должна иметь следующую форму, представленную в данной статье (табл. Г8).

Необходимые изменения в федеральные нормативно-технические документы

Для безусловной реализации повышения энергетической эффективности строящихся и капитально ремонтируемых МКД необходимо внести следующие изменения и дополнения:

1. В СП 50.13330.2012 (п. 16 Комплексного плана предусмотрено «совершенствование свода правил СП 50.13330.2012»), касающиеся исключения раздела 10 «Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий» (постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2014 года №1521 он признан необязатель-

ным для данного СП) и фразы из п. 4.1 «как одну из целей обеспечения эффективности расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию», а из п. 4.2, что «в нормах устанавливаются требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий».

Для безусловной реализации повышения энергетической эффективности строящихся и капитально ремонтируемых многоквартирных домов необходимо внести перечисленные в данной статье изменения и дополнения

Также следует исключить:

1. Приложение Г, на которое есть ссылка в разделе 10 и по которому определяется удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, не относящаяся к показателям, характеризующим выполнение требований энергетической эффективности зданий (согласно п. 7 Правил установления требований энергетической эффективности зданий, утверждённых постановлением Правительства РФ от 25 января 2011 года №18).

2. Приложение Д «Форма для заполнения энергетического паспорта здания».

3. Приложение П «Пример составления раздела Энергоэффективность проекта жилого дома».

Положение раздела «Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий», как и методика его расчёта, форма и расчёт показателей энергетического паспорта проекта здания и примеры расчёта, уже приведены в стандарте, разработанном НОП (ныне НОПРИЗ) СТО НОП 2.01–2014 «Требования к содержанию и расчёту показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания» и прошедшем шестилетнюю апробацию. Поэтому в нём следует только заменить таблицы «Базовый удельный годовой расход энер-

гетических ресурсов в многоквартирном доме», отражающую суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на электроснабжение в части расхода электрической энергии на общедомовые нужды [кВт-ч/м²], и таблицу «Классы энергетической эффективности зданий» — на приведённые в статье В.И. Ливчака в этом же номере журнала [5, табл. 3 и 4–6]. Для обязательности исполнения стандарт необходимо утвердить на федеральном уровне.

СП 50.13330.2012 следует дополнить табл. 3 «Базовые значения приведённого сопротивления теплопередаче наружных ограждений для зданий показателями, нормируемыми с 2020 и 2023 годов согласно предложениям НП «АВОК» к проекту изменения приказа Минстроя России №1550 от 17 ноября 2017 года» [2].

Также надо внести изменения и дополнения^{*15}: в постановления Правительства России от 25 января 2011 года №18 (с изменениями от 20 мая 2017 года по ППРФ №603) и от 16 февраля 2008 года №87 (с изменениями от 8 сентября 2017 года); в приказ Минстроя России от 8 июня 2018 года №341, а также в цитируемые выше приказы Минстроя №399 и №1550. ●

1. Ливчак В.И. Какова фактическая энергоэффективность жилищного фонда города Москвы и тенденции ее повышения к 2030 году // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2020. №1. С. 46–59.
2. Ливчак В.И. Минстрой России продолжает срывать решения Правительства РФ и Федерального закона №261-ФЗ // Журнал СОК, 2020. №10. С. 50–57.
3. Ливчак В.И. Гармонизация исходных данных российских норм, определяющих величину внутренних теплопотуплений, с европейскими нормами // АВОК, 2014. №1. С. 66–70.
4. Ливчак В.И. Предложения по изменению нормативных актов для реализации повышения энергоэффективности в 2020 году и правил её оценки по результатам измерения расхода тепловой энергии на отопление МКД // Инженерные системы. АВОК Северо-Запад, 2020. №2.
5. Ливчак В.И. Об уточнённой таблице классов энергоэффективности зданий, отражающей предложенную Правительством РФ долгосрочную динамику повышения требований // Журнал СОК, 2020. №11. С. 50–55.

*15 Содержание предлагаемых изменений сформулировано в письме НП «АВОК» от 24 июля 2019 года в Минэнерго РФ и Минстрой России.

PLUMBING AND SANITARY ENGINEERING, WATER SUPPLY, DRAINAGE

The influence of phytoplankton on the formation of water quality and methods of its removal. Part 2. Pp. 22–26.

Zhanna M. Govorova, Doctor of Engineering, Professor, the Department of Water Supply and Wastewater Disposal, National Research Moscow State University of Civil Engineering (MGSU, Moscow city); Oleg B. Govorov, PhD, leading researcher, "Fonsvit" Scientific-Technical Center", JSC (Balashikha city); Alexander V. Eluskov, PhD, Associate Professor, the Department of Heat and Water Supply in Transport, Russian University of Transport (RUT International (MIIT), Moscow city)

1. F. Cobo. Métodos de control de las floraciones de cianobacterias en aguas continentales. *Limnetica*. 2015. No. 34(1). Pp. 247–268. [In Spanish]
2. Degrémont. *Tekhnicheskij spravochnik po obrabotke vody* [Technical reference for water treatment]. Vol. 1. Transl. from French. St. Petersburg. *Novyj zhurnal* [New magazine]. 2007. 1696 p. [In Russian]
3. M.G. Zhurba. *Vodoochistnyye fil'try s plavajushhej zagruzkoj* [Water purification filters with floating loading]. Vologda. *Nauchnoe izdanie* ["Scientific publication" Published]. 2011. 536 p. [In Russian]
4. M. Piontek, W. Czyżewska. Efficiency of drinking water treatment processes. Removal of phytoplankton with special consideration for cyanobacteria and improving physical and chemical parameters. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2012. Vol. 21. No. 6. Pp. 1797–1805.
5. M. Kozlov, I. Arutjunova, S. Jagunkov, R. Arbutov, S. Abramov, P. Basihin. *Perspektivnyj metod udaleniya fitoplanktona Jefferektivnost' mikrofil'tracii na diskovyh fil'trah pri oshistke vody povrchnostnyh vodoistochnikov* [A promising method for the removal of phytoplankton Efficiency of microfiltration on disc filters for water purification of surface water sources]. *VodaMagazine* [WaterMagazine]. 2014. No. 8. Pp. 5–8. [In Russian]
6. E.V. Dudkin, S.P. Samsonova. *Udaleniye fito- i zooplanktona metodom mikrofil'tracii* [Removal of phyto- and zooplankton by microfiltration]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* ["Water supply and sanitary equipment" Magazine]. 2012. No. 1. Pp. 29–33. [In Russian]
7. J. Drboglav, P. Dolejš. *Ispol'zovanie flotacii pri oshistke vody, opyt po pervoj sisteme flotacii, realizovannoj v Cheshskoj respublike* [Use of flotation in water treatment, experience with the first flotation system implemented in the Czech Republic]. *Voda i jekologija* ["Water and ecology" Magazine]. 2006. No. 2. Pp. 33–41. [In Russian]
8. N. Pomošova, I. Burmakin. *Vodovozdushnaja smes' protiv vodoroslej* [Water-air mixture against algae]. *VodaMagazine* [WaterMagazine]. 2011. No. 9. Pp. 32–35. [In Russian]
9. S. Sorlini, M. Biasibetti, F. Gialdini, E. Arioli. Monitoraggio e rimozione di cianobatteri, cianotossine e arsenico nell'impianto di potabilizzazione di Caprarola (VT). Università degli Studi di Brescia. 2013. 107 p. [In Italy]
10. Zh.M. Govorova, Ju.V. Petrov, O.B. Govorov. *Tehnologija oshistki vody iz vodoistochnikov s povyshennymi antropogenymi nagruzkami (obosnovanie, razrabotka, vnedrenie)* [Technology of water purification from water sources with increased anthropogenic loads (justification, development, implementation)]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* ["Water supply and sanitary equipment" Magazine]. 2014. No. 2. Pp. 37–45. [In Russian]

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

To the question of energy efficiency of circulation pumps for wall-mounted convection gas boilers. Pp. 32–34.

Alexey L. Toropov, PhD, Professor of Russian Academy of Natural History, Inventor of the USSR, Rationalizer of the Russian Federation, General Director of "April" Engineering Center", LLC (Moscow city)

1. European Commission Regulation (EC). EUR-Lex, European Union Law Database. Web-source: eur-lex.europa.eu. Acces data: February 2, 2020.
2. GOST R 56477–2015 [State Industry Standard of Russia No. 56477–2015]. *Jenergeticheskaja jefferektivnost'. Nasosy avtonomnye bessal'nikovyje cirkuljacionnyje. Informirovanie potrebitel'ej ob jenergeticheskoi jefferektivnosti cirkuljacionnyh nasosov* [Energy efficiency. Autonomous non-sealed circulation pumps. Informing consumers about the energy efficiency of circulation pumps]. VNIINMASH [All-Russian Scientific Research Institute for Standardization and Certification in Mechanical Engineering]. Moscow. Standartinform [Russian Scientific-Technical Information Centre for Standardization, Metrology and Conformity Assessment ("Standartinform" Publishers)]. 2015. 11 p. [In Russian]
3. GOST EN 16297–1–2014 [State Industry Standard of Russia (harmonized with the EN) No. 16297–1–2014]. *Mezhgosudarstvennyj standart. Jenergeticheskaja jefferektivnost' nasosy cirkuljacionnyje germetichnyje. Ch. 1: Obshhie trebovanija i metodiki dlja provedenija ispytanj i rascheta indeksa jenergeticheskoi jefferektivnosti (IJe)* [Interstate standard. Energy efficiency hermetic circulation pumps. Part 1: General requirements and procedures for testing and calculating the Energy Index Efficiency (IEE)]. Moscow. Standartinform [Russian Scientific-Technical Information Centre for Standardization, Metrology and Conformity Assessment ("Standartinform" Publishers)]. 2015. 29 p. [In Russian]
4. Energy Efficiency of Circulators. The European regulation for circulators. The European Association of Pump Manufacturers. Web-source: europump.net. Acces data: May 2, 2019.
5. *Nasosnaja azbuka Wilo* [The pumping alphabet of Wilo]. WILO SE. Web-source: wilo.com/ru. Acces data: February 2, 2020. [In Russian]
6. Toropov A.L. *Kombinirovannyye teplovyje geliosistemy. Ch. 3: Cirkuljacionnyje nasosy dlja decentralizovannyh sistem otoplenija i gorjacheho vodosnabzhenija. Uchebnoe posobie* [Combined thermal solar systems. Part 3: Circulation pumps for decentralized heating and hot water supply systems. A tutorial]. Moscow. ID Akademii estestvoznaniya [Publishing House of the Academy of Natural History]. 2019. 54 p. [In Russian]

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

Temperature mode of the metal workshop when using the heating system on the basis water infrared emitters. Pp. 38–40.

Mikhail V. Bodrov, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Heating and Ventilation, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNGASU, Nizhny Novgorod city); Dimitri A. Kuznetsov, general director, "Flaig + Home", LLC (Zavolgje city); Alexander A. Smykov, Assistant, Department of Heating and Ventilation, NNGASU

1. *O nekotoryh merah po povysheniju jenergeticheskoi i jekologicheskoi jefferektivnosti rossijskoj jekonomiki* [On some measures to improve the energy and environmental efficiency of the Russian economy]. *Ukaz Prezidenta RF ot 04.06.2008 №889* [Decree of the President of the Russian Federation of June 4, 2008 No. 889]. *Rossijskaja gazeta* [Russian newspaper]. No. 4680 of June 7, 2008. [In Russian]
2. *Ob jenergosberezenii i o povysheniju jenergeticheskoi jefferektivnosti, i o vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii* [On energy saving and on increasing energy efficiency, and on amending certain legislative acts of the Russian Federation]. *Federal'nyj zakon ot 23.11.2009 №261-FZ (red. ot 13.07.2015)* [The Federal Law of November 23, 2009 No. 261-FL (as Amended of July 13, 2015)]. [In Russian]
3. V.I. Bodrov, L.Ju. Mihajlova, A.A. Smykov. *Temperaturnyj rezhim naruzhnyh ograzhdenij pomeshhenij s sistemami otoplenija na baze gazovyh infrakrasnyh izluchatelej* [Temperature regime of external enclosures of premises with heating systems based on gas infrared emitters]. *Privolzhszkij nauchnyj zhurnal* [Privolzhszky Scientific Journal]. 2015. No. 2. Pp. 58–64. [In Russian]
4. V.I. Bodrov, V.F. Bodrova, A.A. Smykov. *Issledovanie teplovogo rezhima naruzhnyh ograzhdajushhih konstrukcij v promyshlennyh pomeshhenijah s sistemami otoplenija na baze infrakrasnyh izluchatelej* [Investigation of the thermal regime of external enclosing structures in industrial premises with heating systems based on infrared emitters]. *Privolzhszkij nauchnyj zhurnal* [Privolzhszky Scientific Journal]. 2018. No. 2. Pp. 23–36. [In Russian]
5. V.I. Bodrov, M.V. Bodrov, A.A. Smykov. *Issledovanie sistem luchistogo otoplenija na baze nizkotemperaturnyh infrakrasnyh izluchatelej* [Research of radiant heating systems based on low-temperature infrared emitters]. *Privolzhszkij nauchnyj zhurnal* [Privolzhszky Scientific Journal]. 2019. No. 3. Pp. 52–57. [In Russian]
6. V.I. Bodrov, M.V. Bodrov, A.A. Smykov. *Issledovanie teplotnicheskikh harakteristik nizkotemperaturnyh infrakrasnyh izluchatelej* [Investigation of heat engineering characteristics of low-temperature infrared emitters]. *Zhurnal Sanehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2019. No. 10. Pp. 32–36. [In Russian]
7. N.I. Kurilenko, D.M. Zverev, A.Z. Idrisov. Comparative analysis of methods of calculating the systems for radiation heating. *Gas Industry Magazine*. 2001. No. 5. Pp. 58–60.
8. G.V. Kuznetsov, N.I. Kurilenko, V.I. Maksimov, G.Y. Mamontov, T.A. Nagornova. Heat transfer under heating of a local region of a large production area by gas infrared radiators. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2013. No. 3. Pp. 519–524.
9. N.I. Kurilenko, G.Y. Mamontov, L.Y. Mikhaylova. Temperature patterns in the gas infrared radiator heating area. EPJ Web of Conferences. 2015. No. 82.
10. G.V. Kuznetsov, N.I. Kurilenko, G.Y. Mamontov, L.Y. Mikhaylova. Experimental determination of the temperature in a small neighborhood of the gas infrared sources. EPJ Web of Conferences. 2015. No. 82.
11. V.I. Maksimov, T.A. Nagornova, N.I. Kurilenko. Verification of conjugate heat transfer models in a closed volume with radiative heat source. MATEC Web of Conferences. 2016. No. 72.
12. G.V. Kuznetsov, N.I. Kurilenko, A.E. Nee. Mathematical modelling of conjugate heat transfer and fluid flow inside a domain with a radiant heating system. *International Journal of Thermal Sciences*. 2018. No. 131. Pp. 27–39.
13. GOST R 54852–2011. *Zdanija i sooruzhenija. Metod teplovizionnogo kontrolja kachestva teploizoljaczii ograzhdajushhih konstrukcij* [Buildings and constructions. Method of thermal imaging quality control of thermal insulation of enclosing structures]. Moscow. Standartinform [Russian Scientific-Technical Information Centre for Standardization, Metrology and Conformity Assessment ("Standartinform" Publishers)]. 2012. 20 p. [In Russian]

On the temperature regime of unheated ladder cells of apartment residential buildings with apartment heat generators. Pp. 41–43.

Mikhail V. Bodrov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department; Viktor Yu. Kuzin, PhD, Associate Professor; Alina F. Yulanova, graduate student, the Department of Heating and Ventilation, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNSU of ACE, Nizhny Novgorod city)

1. T.I. Sadovskaja. *Sistema pokvartirnogo otoplenija* [Apartment heating system]. *Jenergosberezhenie* ["Energy saving" Magazine]. 2009. No. 1. Pp. 34–37. [In Russian]
2. V.A. Zhila, K.Ju. Kurkova. *Osobennosti sistem pokvartirnogo otoplenija* [Features of apartment heating systems]. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal* [Agrarian scientific journal]. 2018. No. 5. Pp. 48–50. [In Russian]
3. SP 60.13330.2016 [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice) No. 60.13330.2016]. *Otoplenie, ventiljacija i kondicionirovanie. Aktualiz. red. SNiP 41-01-2003 (s Izm. №1)* [Heating, ventilation and air conditioning. Updated edition of Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 41-01-2003 (with Amendment No. 1)]. Moscow. *Minstroj Rossii* [Ministry of Construction of Russia]. 2016. [In Russian]
4. SP 50.13330.2012 [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice) No. 50.13330.2012]. *Teplovaja zashhita zdaniy. Aktualiz. red. SNiP 23-02-2003 (s Izm. №1)* [Thermal protection of buildings. Updated edition of Building Norms & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 23-02-2003 (with Amendment No. 1)]. Moscow. *FAU "FCS"* ["Federal Center for Regulation, Standardization and Technical Conformity Assessment in Construction" Federal Autonomous Institution]. 2012. [In Russian]

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

5. SP 282.1325800.2016 [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice) No. 282.1325800.2016]. *Pokvartirnye sistemy teplosnabzheniya na baze individual'nyh gazovyh teplogeneratorov. Pravila proektirovaniya i ustrojstva* [Apartment heating systems based on individual gas heat generators. Design rules and devices]. Moscow. Standartinform [Russian Scientific-Technical Information Centre for Standardization, Metrology and Conformity Assessment ("Standartinform" Publishers)]. 2017. [In Russian]

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

Modeling in COMSOL Multiphysics of the functional characteristics of windows in housing and communal services buildings. Pp. 56–63.

Vladimir A. Suchilin, Doctor of Technical Sciences, Professor; Alexander S. Kochetkov, senior lecturer; Nikolay N. Gubanov, senior lecturer, Russian State University of Tourism and Service (RSUTS, dp. Cherkizovo)

- GOST 24700–99 [State Industry Standard of Russia No. 24700–99]. *Bloki okonnye derevjannyye so steklopaketami. TU* [Windows of wood with glazing units. Specification]. Moscow. Gosstroj Rossii [Federal Agency for Construction and Housing and Communal Services (Gosstroy of Russia)]. GUP CPP [State Unitary Enterprise "Design Products Center in Construction"]. 2000. [In Russian]
- GOST 24866–2014 [State Industry Standard of Russia No. 24866–2014]. *Steklopakety kleenyye. TU* [Insulating glass units. Specifications]. Moscow. Standartinform [Russian Scientific-Technical Information Centre for Standardization, Metrology and Conformity Assessment ("Standartinform" Publishers)]. 2015. [In Russian]
- GOST R 56926–2016 [State Industry Standard of Russia No. 56926–2016]. *Konstrukcii okonnyye i balkonnyye razlichnogo funktsional'nogo naznacheniya dlya zhilykh zdaniy. Obshchie TU* [Window and balcony constructions of different functional purpose for residential buildings. General specifications]. Moscow. Standartinform ["Standartinform" Publishers]. 2016. [In Russian]
- ISO 10077-2:2012. Thermal performance of windows, doors and shutters. Calculation of thermal transmittance. Part 2: Numerical method for frames. European Committee for Standardization. Web-source: iso.org. Access data: October 21, 2020.
- V.A. Suchilin, A.S. Kochetkov, N.N. Gubanov. *Modelirovanie v COMSOL Multiphysics jenergoteploj sooruzhenij ZhKH v zavisimosti ot uslovij jekspluatatsii* [COMSOL Multiphysics modeling of energy losses of housing and communal services, depending on operating conditions]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2019. No. 4. Pp. 74–79. [In Russian]
- V.A. Suchilin, A.S. Kochetkov, N.N. Gubanov. *Modelirovanie v COMSOL Multiphysics jenergoteploj sooruzhenija tipovykh zdaniy ZhKH pri rekonstrukcii i remonte* [Modeling in COMSOL Multiphysics energy saving of typical housing and communal services buildings during reconstruction and repair]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2020. No. 6. Pp. 44–50. [In Russian]
- Glazing influence on thermal performances of window. COMSOL Multiphysics User's Guide. Web-source: comsol.com. Access data: October 21, 2020.
- GOST EN 12758–2015 [State Industry Standard of Russia No. 12758–2015]. *Steklo i izdelija iz nego. Pokazateli zvukoizoljatsii* [Glass and glass products. Sound insulation values]. Moscow. Standartinform ["Standartinform" Publishers]. 2016. [In Russian]
- I.I. Bogolepov. *Akustika zdaniy. Akustika sovremennykh zhilykh, obshchestvennykh i promyshlennykh zdaniy: Uchebnik dlya vuzov* [Building acoustics. Acoustics of modern residential, public and industrial buildings: A textbook for universities]. St. Petersburg, 2015. 496 p. [In Russian]
- L.G. Osipov, V.N. Bobylev, L.A. Borisov et al. *Zvukoizoljatsija i zvukopogloshhenie: Uchebnoe posobie* [Sound insulation and sound absorption: A textbook for universities]. Moscow. Izd-vo "AST" ["AST" Publishers]. Izd-vo "Astrel" ["Astrel" Publishers]. 2004. 450 p. [In Russian]
- Akusticheskie harakteristiki stekla. Shumoizoljatsija* [Acoustic performance of glass. Noise isolation]. "Al'fa Glass", LLC. Web-source: alfaglass.ru. Access data: October 21, 2020. [In Russian]
- GOST R 56769–2015 [State Industry Standard of Russia No. 56769–2015] (ISO 717-1:2013). *Zdaniya i sooruzhenija. Ocenka zvukoizoljatsii vozdušhnogo shuma* [Buildings and constructions. Rating of airborne sound insulation]. Moscow. Standartinform ["Standartinform" Publishers]. 2016. 20 p. [In Russian]
- GOST R ISO 10140–2–2012 [State Industry Standard of Russia No. 10140–2–2012]. *Akustika. Laboratornyye izmereniya zvukoizoljatsii jelementov zdaniy. Chast' 2. Izmerenie zvukoizoljatsii vozdušhnogo shuma* [Acoustics. Laboratory measurements of sound insulation of building elements. Part 2. Measurement of airborne sound insulation]. Moscow. Standartinform ["Standartinform" Publishers]. 2013. 20 p. [In Russian]
- I.I. Bogolepov, N.P. Stoljarova. *Zvukoizoljatsija okon: metody opredeleniya* [Sound insulation of windows: methods of determination]. *Zhurnal Santehnika, otoplenie, kondicionirovanie (SOK)* [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2010. No. 2. Pp. 88–91. [In Russian]
- Sound transmission loss through a window. COMSOL Multiphysics User's Guide. Web-source: comsol.com. Access data: October 21, 2020.

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

Autonomous power supply to a gas distribution station using alternative energy sources. Pp. 64–69.

Vladimir K. Averyanov, Doctor of Technical Sciences, Professor, corresponding member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, adviser to the general director of "Gazprom Promgaz", JSC; Oleg A. Davydov, an engineer, deputy general director for construction of infrastructure facilities of "Rochemolles", LLC; Viktor V. Elistratov, Doctor of Technical Sciences, Professor, director of the "Renewable Energy and Installations Based on Them" Research and Educational Center; Sergey N. Kiryukhin, PhD, Associate Professor, deputy head of the department of "Gazprom Promgaz", JSC

- V.K. Aver'janov, O.A. Davydov, A.N. Blinov, S.M. Anisimov. *Tendencii razvitiya jenergeticheskikh sistem gazoraspredeletel'nykh stancij* [Trends in the development of energy systems of gas distribution stations]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* ["Bulletin of civil engineers" Magazine]. 2019. No. 2. Pp. 122–130. [In Russian]
- V.V. Elistratov. *Vozobnovljajemaja jenergetika* [Renewable energy]. *SPb PU Petra Velikogo* [Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University]. 2016. Web-source: elib.spbstu.ru. Access data: November 2, 2020. [In Russian]
- R.Ju. Distanov, M.P. Posmak, A.V. Ligachev. *Perspektivy razvitiya gazoraspredeletel'nykh stancij PAO "Gazprom"* [Prospects for the development of gas distribution stations of "Gazprom", PJSC]. *Territorija "Neftegaz"* ["The "Oil and gas" territory" Magazine]. 2016. No. 12. Pp. 34–38. [In Russian]
- V.S. Agababov, U.I. Smirnova, A.M. Kolosov. *Ocenka jeffektivnosti raboty bestoplivnykh jenergoteplogenerirujushchih ustanovok dlja proizvodstva jelektroenergii v sisteme gazosnabzhenija* [Evaluation of the efficiency of fuel-free power generating plants for the production of electricity in the gas supply system]. *Vestnik MJEI* [Bulletin of Moscow Power Engineering Institute]. 2010. No. 2. Pp. 15–20. [In Russian]
- G.A. Fokin. *Metodologija sozdaniya avtonomnykh turbinnnykh istochnikov jelektricheskoy jenerгии, ispol'zujushchih jenergiyu szhatogo prirodnoho gaza dlja sobstvennykh nužd gazotransportnoj sistemy Rossii* [Methodology for creating autonomous turbine sources of electrical energy using compressed natural gas energy for the own needs of the gas transmission system of Russia]. *The dissertation of the doctor of technical sciences in the specialty No. 05.04.12*. St. Petersburg. SPb PU Petra Velikogo [Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University]. 2015. 456 p. [In Russian]
- V.M. Krotov. *Sovershenstvovanie metodiki rascheta pervichnogo kontura sistem teplosnabzhenija, ispol'zujushchih nizkopotentsial'nyju toplotu grunta* [Improving the methodology for calculating the primary circuit of heat supply systems using low-potential soil heat]. *The dissertation of the doctor of technical sciences in the specialty No. 05.23.03*. Tyumen. TyumGASU [Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering]. 2011. 139 p. [In Russian]
- I.A. Zhurmilova. *Sovershenstvovanie sistem teplo- i holodosnabzhenija zdaniy s primeneniem gruntovykh teplobmennikov* [Improvement of heat and cold supply systems for buildings using ground heat exchangers]. *The dissertation of the doctor of technical sciences in the specialty No. 05.23.03*. Vladivostok. DVFU [Vladivostok Far Eastern Federal University]. PGUAS [Penza State University of Architecture and Construction]. 2016. 155 p. [In Russian]
- N.Ju. Saprykina, M.Ja. Panov. *Issledovanie izmeneniya temperaturnogo polja gruntovogo massiva pri vozdejstvii ciklicheskim znakoperemennym teplovym potokom (regeneracija temperaturnogo polja)* [Investigation of changes in the temperature field of a soil massif under the influence of a cyclic alternating heat flow (regeneration of the temperature field)]. *Nauchnyj zhurnal stroitel'stva i arhitektury* [Scientific journal of construction and architecture]. 2018. No. 4. Pp. 117–127. [In Russian]
- The patent of Russia No. 2150641. IPC 7 F25 V 11/02, F 01 K 27/00. *Sposob raboty detandernoj ustanovki i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija* [Method of operation of the expander plant and device for its implementation]. V.S. Agababov. Appl. and patent holder: NIU "MJEI" [National Research University "Moscow Power Engineering Institute"]. No. 99113159/06. Decl.: June 15, 1999. Publ.: June 10, 2000. Bull. No. 16. [In Russian]
- Ju.O. Bajdakova. *Issledovanie jeffektivnosti shem bestoplivnykh ustanovok generatsii jelektroenergii na osnove detander-generatornykh agregatov i teplovykh nasosov* [Investigation of the efficiency of schemes of fuel-free power generation units based on expander-generator units and heat pumps]. *The dissertation of the doctor of technical sciences in the specialty No. 05.14.01*. Moscow. OAO "VTI" [All-Russian Thermal Engineering Research Institute]. NIU "MJEI" [National Research University "Moscow Power Engineering Institute"]. 2013. 155 p. [In Russian]



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

ufi
Approved
Event



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ BOILERS AND BURNERS

Санкт-Петербург

Дата проведения уточняется

X Международный конгресс



Энергосбережение и
энергоэффективность –
динамика развития

ОРГАНИЗАТОР: **FarEXPO**



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

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:



25

ЮБИЛЕЙНАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

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

0+

aqua THERM MOSCOW

2–5 февраля 2021

Крокус Экспо, Москва

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



Промокод: **СОК**

Developed by



Организаторы



Специализированные разделы

WORLD OF
WATER & SPA





БРОЕН БАЛЛОМАКС®

Стальные шаровые краны от официального дистрибьютора



БРОЕН
СДЕЛАНО В РОССИИ

www.lunda.ru
broen@lunda.ru

 **LUNDA**
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР