

ТЕПЛООБМЕН
В РОТОРНЫХ
РЕГЕНЕРАТОРАХ СОВ

48

ВЫБОР СИСТЕМЫ
ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ
В МНОГОЭТАЖКАХ

31

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ 83
В ЯРОСЛАВСКОЙ
ОБЛАСТИ



№7 ИЮЛЬ 2015

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
ОТРАСЛЕВОЙ
ЖУРНАЛ

САНТЕХНИКА

ОТОПЛЕНИЕ

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

meibes
Энергоэффективная техника

Flamco

Более 50 лет опыта и инноваций в создании профессиональных решений для систем отопления, холодо- и водоснабжения



- сепарация растворенного воздуха с эффективностью до 98%
- сепарация мельчайших загрязнений с максимальным эффектом
- серийное исполнение расширительных баков до 8000 л / от 3 до 25 бар
- поддержание давления в системе с высокой точностью
- серийное исполнение автоматических установок поддержания давления до 12 МВт

109129, г. Москва,
ул. 8-я Текстильщиков, д. 11, стр. 2
Тел.: + 7 495 727 20 26
E-mail: moscow@meibes.ru

На правах рекламы.

ПОТРЕБЛЯЙТЕ МЕНЬШЕ, ДЕЛАЙТЕ БОЛЬШЕ

Достигните нового уровня эффективности и производительности с новой линейкой энергоэффективных консольных и линейных насосов Lowara. Эксперты компании Xylem и Lowara полностью изменили существующие линейки насосов, добившись увеличения гидравлического КПД. Теперь MEI (минимальный индекс эффективности) насосов выше значения 0,6, что даже превышает требования Европейской директивы по энергоэффективности ErP-2015. Благодаря новому дизайну данная серия расширяет свои возможности, обеспечивая производительность до 2200 м³/ч и напор до 160 м, снижая при этом стоимость эксплуатации. А в сочетании с приводом переменной скорости Hydrovar экономия энергии возрастает до 70%. Новая серия доступна в нескольких стандартных типоразмерах, специально оптимизированных для применения в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. **Узнайте подробности на сайте www.buildings.xylem.com/e-NSC**



protherm

Отопление. Просто.



НАСТЕННЫЙ ГАЗОВЫЙ КОТЕЛ
ПРОТЕРМ ПАНТЕРА



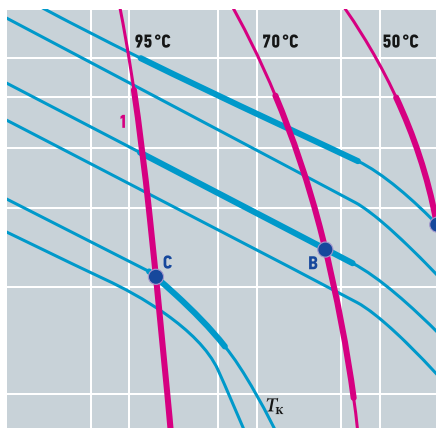
Просто управлять температурой в доме. Доступное сервисное обслуживание в регионах. Уверенность в надежности и безопасности.

Новый газовый котел **Protherm Пантера** – это современная отопительная техника с удобным простым управлением и повышенной степенью безопасности. Обеспечивает нагрев воды за 2 секунды. Собирается на заводе в Европе.

Protherm – лидер Российского рынка отопления*



Узнай больше
о технике
со смартфона
или планшета



[Долговечность внутренних полимерных трубопроводов по-белорусски](#)

С 1 января 2015 года вступил в силу ЕАЭС, в который вошли Россия, Казахстан и Белоруссия. Ключевая задача Евразийского экономического союза — это усиление потенциала экономик перечисленных стран. В этой связи потребуется, естественно, гармонизировать и нормативную документацию.

20



[Двойное назначение использования теплового насоса в криолиозоне](#)

Есть много способов защиты мёрзлых грунтов от протаивания. Один из них — искусственное охлаждение и сохранение их при температуре, обеспечивающей требуемую несущую способность грунтов с помощью замораживающих устройств ТНУ, позволяющих использовать тепло, извлечённое из земли.

42



[Повышение эффективности драйкулеров](#)

Воздушно-влажностное охлаждение теплообменников намного эффективнее воздушного охлаждения и во многих случаях — практически выгоднее водяного охлаждения. В данной статье автором приведены аналитические расчёты и результаты натурных испытаний теплоотдающей поверхности драйкулеров при воздушно-влажностном охлаждении.

63



[Мировая «зелёная» энергетика переживает небывалый подъём](#)

Итоговые цифры отчёта, подготовленного международной некоммерческой ассоциацией REN21, говорят о том, что рынок ВИЭ уверенно шагает в гору. В прошедшем году впервые в мировой истории глобальный рост потребления энергии не привёл к сопутствующему росту выбросов парниковых газов.

94



[«Возобновляемая и малая энергетика '2015». Аналитический обзор](#)

В июне 2015 года в Москве состоялась XII Международная ежегодная научно-практическая конференция «Возобновляемая и малая энергетика '2015». В конференции приняло участие более 115 слушателей, было сделано 29 интересных докладов, посвящённых проблемам развития и применения ВИЭ.

68



[Форум «Энергоэффективная Россия»: мощный старт](#)

Первый Всероссийский форум «Энергоэффективная Россия» прошёл на высоком профессиональном и представительском уровне и обещает стать площадкой для объединения усилий всех, кто заинтересован в решении актуальных проблем энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Российской Федерации.

76

Новости	4
Событие	
Открытие завода по производству стальных панельных радиаторов Buderus	12
Сантехника	
Трубопроводная арматура: требования у «нас» и у «них»	16
Трубопроводные системы Giacomini	18
О белорусском методе определения долговечности внутренних полимерных трубопроводов	20
TECElogo: лёгкий и быстрый монтаж без инструмента	24
Отопление	
Haier: газовый котёл для поквартирного отопления	26
Максимальный уровень комфорта в жару и холод помогут обеспечить цифровые манометрические коллекторы Testo	28
К выбору системы водяного отопления в многоэтажных жилых домах	31
Методы повышения эффективности централизованных систем теплоснабжения. Часть II	34
Тепловые насосы в России: экономический аспект	40
Двойное назначение использования теплового насоса в криолитозоне	42
Кондиционирование	
Оценка параметров теплообмена в роторных регенераторах COB	48
Производство вентиляторов в России — импортозамещение полное и частичное?	54
Энергоэффективность систем обеспечения параметров микроклимата	58
Повышение эффективности драйкулеров	63
Энергосбережение	
Конференция «Возобновляемая и малая энергетика '2015». Аналитический обзор	68
Первый Всероссийский форум «Энергоэффективная Россия»: мощный старт	76
Энергоэффективность в Ярославской области	83
Энергоэффективность: помехи и успехи	86
Квадратные метры должны быть энергоэффективными	88
Рынок ВИЭ'2014	90
Мировая «зелёная» энергетика переживает небывалый подъём	94

Одной строкой

- ❖ К 2017 году в России (ФГУП ГХК) планируют создать первую в мире ядерную батарею. Срок работы на основе бета-излучения изотопа никеля-63 (⁶³Ni) — до 50 лет. Размер — в 30 раз меньше пальчиковых батареек. Стоимость — до 4,5 млн руб.
- ❖ Опубликовано Постановление Правительства РФ от 17 июня 2015 года №600 «Об утверждении перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности».
- ❖ С 2015 по 2020 годы рынок систем глобального управления энергопотреблением покажет совокупный темп годового роста (CAGR) около 20%.
- ❖ Строительство крупнейшей в Китае солнечной электростанции башенного типа началось в провинции Цинхай (в пустыне Гоби на территории города Голмуд). Площадь СЭС — 2550 га, мощность — 200 МВт.
- ❖ Компания «ГЕА Машинпэкс» увеличила до трёх лет гарантийный срок для разборных пластинчатых теплообменников для систем теплоснабжения.
- ❖ «Emerson Climate Technologies» сертифицировали новые хладагенты для своих компрессоров. GWP могут служить заменой существующим хладагентам (R404A, R507A, R407A/F и R134A), которые обычно используются в промышленном холодильном оборудовании.
- ❖ Компания Grundfos объявила о старте продаж обновлённых циркуляционных насосов Alpha2. Линейка циркуляционных насосов для бытовых систем отопления была расширена моделями, способными обеспечить напор 8 м.
- ❖ Корпорация Panasonic представила финансовые результаты за второй квартал 2015 года. Операционная прибыль снизилась на 7% до 76,6 млрд иен по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Доналоговая прибыль увеличилась на 32% и достигла 72,7 млрд иен. Чистая прибыль выросла на 57% до 59,5 млрд иен.
- ❖ Facebook объявил о начале строительства нового ЦОД, который будет полностью работать на энергии ветра (Форт-Уорт, штат Техас). Стоимость проекта — \$500 млн. Общая площадь объекта составит 450 тыс. м².
- ❖ В июле 2015 года Российская Федерация стала членом IRENA. Россия планирует довести долю энергии, получаемой за счёт возобновляемых источников, до 4% к 2020 году. По подсчётам экспертов IREA, если эта цель будет достигнута, мировые выбросы CO₂ сократятся на 6 млн тонн в год.

Vaillant Group

«Пантера» нового поколения



В июне 2015 года Protherm представил на российском рынке новое поколение настенных газовых котлов «Пантера». В текущей линейке уже есть котёл с таким названием, но его новая версия приобрела ряд преимуществ по сравнению с предшественником. Это функция Aqua Fast, она даёт возможность быстрого нагрева воды — всего через две секунды. Новый дисплей — он стал больше размером и ярче, что позволяет видеть данные на экране даже в светлом помещении. На дисплей может выводиться 32 кода ошибок, что облегчает диагностику. Панель управления приобрела стальной оттенок и удобные кнопки.

На этом преимущества котла не заканчиваются, разработчики позаботились также и о начинке нового оборудования, установив гидравлический блок из прочного композитного материала. Новый термоблок стал надёжнее и долговечнее. На

«Пантере» установлен бесшумный пневматический газовый клапан SIT. Медный теплообменник и горелка из хромоникелевой стали, пластинчатый вторичный теплообменник из нержавеющей стали подчёркивают качество нового котла.

Что же ещё нового появилось в новой «Пантере»? Это дополнительные элементы безопасности, предотвращающие перегрев и снижающие риски замерзания. Коммуникационная шина eBus, которая увеличивает технические возможности котла: подключение его к разным видам термостатов и беспроводным системам управления комфортом в доме.

Protherm — это динамично развивающийся бренд и современная техника, которая стремится быть доступной по стоимости для конечного потребителя, выгодной для сотрудничества нашим партнёрам и качественным продуктом для всех. Осенью ожидается выпуск нового котла Protherm «Гепард».



Giacomini

Обновление коллекторов Giacomini



Giacomini S.p.A. обновил и расширил модельный ряд компактных коллекторов R580C и R585C. Главное отличие, которое заметят потребители — значительное снижение стоимости. Коллекторы имеют более компактное исполнение, что, вследствие меньшей материалоемкости, позволило существенно снизить стоимость этих изделий. Неизменными остались высокие характеристики

рабочего давления и температуры: до 10 бар и 100 °С, большие значения прохода как через коллектор, так по отводам. Коллектор R580C представляет из себя распределительную гребёнку, выпускается размерах 3/4" и 1" с отводами 1/2" и 3/4". Коллектор R585C снабжён регулирующими вентилями с пластиковыми маховичками. Механизм вентиля расположен вне основного тела коллектора, не заужая проходное отверстие, что обеспечивает рекордные характеристики по расходу. Конструктив же вентиля выполнен таким образом, что при его открытии маховичок остаётся на постоянном уровне, что увеличивает компактность конструкции и позволяет использовать миниатюрные коллекторные шкафы.

Расширение модельной линейки настенных котлов Bosch GAZ 6000 W

Компания «Босх Термотехника» выводит на российский рынок две новые модели настенных конвекционных котлов GAZ 6000 W с закрытой камерой сгорания мощностью 35 кВт. Это одноконтурная модель WBN6000-35HR и двухконтурная WBN6000-35CR.

Мощности в 35 кВт достаточно для обогрева квартир и жилых домов площадью до 350 м². Двухконтурная модель позволяет производить до 16 л горячей воды в минуту при $\Delta t = 30^\circ\text{C}$. Габариты котлов составляют 700×485×315 мм, что делает их одними из наиболее компактных в своём классе.

Технологической особенностью двухконтурных котлов WBN6000-35CR является наличие двух новых режимов: комфортного и Eco. В комфортном режиме котёл постоянно поддерживает заданную температуру во вторичном теплообменнике, благодаря этому сокращается время ожидания при отборе



горячей воды. В режиме Eco нагрев до заданной температуры осуществляется лишь непосредственно при отборе горячей воды. Это позволяет снизить расход газа.

Kampmann

Универсальный воздухораспределитель для потолочных вентиляторов



Компания Kampmann разработала воздухораспределитель KaMAX с регулируемыми лопастями, подходящий для помещений различной высоты.

Насадка создана специально для потолочных тепловых вентиляторов и делает отопительное оборудование универсальным. Теперь не нужно подбирать и приобретать индивидуальные модели приборов для помещений с разной высотой: достаточно оснастить вентилятор возду-

хораспределителем и правильно настроить угол наклона его ламелей. Теперь неважно, на какой высоте установлен тепло-вентилятор, — 3, 5, 10 или 15 м — циркуляция воздуха будет оптимальной при любых условиях. Более того, в результате уменьшения температуры в верхней зоне снижаются тепловые потери, а значит, сокращаются энергетические затраты. Угол наклона лопастей воздухораспределителя меняется от 0° до 90° вручную при помощи рычага или за счёт автоматики. Регулируя положение ламелей, можно изменять степень завихрения потока и глубину проникновения воздушной струи, а также коэффициент эжекции (смешивания потоков). Например, полностью горизонтальное положение подходит для комнат высотой 3–5 м.



Henco Combi RIXc — по спецценам

В июле 2015 года компания Henco объявила о специальных ценах на Henco Combi RIXc. Combi RIXc — это две металлополимерные трубы Henco RIXc (PE-Xc/Al/PE-Xc, 5 класс эксплуатации при 10 бар), заключённые в особо прочную гофру из ПЭВД серого цвета. Гофры имеют цветовую индикацию для отличия горячей трубы от холодной и склеены между собой через определённые промежутки клеем, который легко разрывается руками. Из бухты разматываются сразу две трубы в изоляции, что позволяет экономить время монтажа (не нужно оплачивать отдельно изоляцию трубы и прокладку второй трубы). Все трубы Henco универсальны, поэтому такое решение одинаково эффективно как для систем отопления, так и для систем водоснабжения. Помимо ускорения монтажа за счёт свойств продукта Combi, время экономится ещё за счёт преимуществ МП-труб и пресс-соединений. Гофра выполняет функцию защиты и термоизоляции, что необходимо для систем отопления при монтаже в стяжку и для систем водоснабжения. Заводская гарантия — 10 лет.

Новые решения Meibes для поквартирного учёта тепла

Один из наиболее распространённых способов организации поквартирного учёта тепла в многоэтажном строительстве — общая система стояков и распределительный коллектор на систему отопления, далее от коллектора осуществляется разводка по помещениям квартир. В данном сегменте компания «Майбес» предлагает поэтажные отопительные распределители LOGOfloor, но, поскольку это решение не всегда актуально, а компания старается идти в ногу со временем, то был разработан новый продукт — квартирные отопительные распределители LOGOflat. Они предназначены для распределения и организации индивидуального учёта тепла при подключении к системе отопления одной квартиры. Применение LOGOflat позволяет упростить задачу проектирования и монтажа отопительных распределителей в горизонтальных системах отопления, обеспечить независимую регулировку по каждому контуру (квартиры) и индивидуальный учёт тепла.

Meibes

Новая линейка расширительных баков Flamco

Голландский производитель Flamco, вошедший в состав компании Meibes в этом году, представляет широкий ассортимент расширительных баков.

Расширительные баки для закрытых систем нагрева и охлаждения воды обладают уникальной конструкцией с применением зажимного кольца. Это позволяет вдвое уменьшить площадь контакта воздуха и воды на мембране и предотвратить её механические повреждения. Это баки бытовой серии с объёмом от 2 до 80 л.



Баки объёмом свыше 80 л оснащены сменной мембраной. Важным преимуществом является, что эти баки поставляются в готовом для подключения к системе состоянии и имеют функцию регулировки высоты опор (начиная с 2800 л).

Также Flamco производит модельный ряд баков для использования в сантехнических системах, в который входят баки как для питьевого водоснабжения, так и предназначенные для использования в системах с технической водой.

Мембранные расширительные баки Flamco очень надёжны благодаря применению высококачественных материалов, обладают высокой безопасностью, их можно установить практически в любом месте отопительной системы.

«Бош Термотехника»

Пиролизный котёл Buderus Logano S171 W



Компания «Бош Термотехника» вывела на российский рынок новый пиролизный котёл Buderus Logano S171 W. Это напольный стальной котёл, работающий на твёрдом топливе. Созданный на основе котла Buderus

Logano S121, он полностью соответствует высоким запросам современного потребителя. В первую очередь это касается требований экологичности и эффективности. Период горения на одной загрузке топлива составляет около трёх часов, что превосходит данный показатель у предыдущей модели. Представленный модельный ряд включает в себя котлы мощностью от 20 до 50 кВт. Таким образом, данное оборудование способно обеспечить теплом и горячей водой как небольшой частный дом, так и потребителя с повышенной потребностью в тепле. Котлы Buderus Logano S171 W оснащены современной системой автоматики, позволяющей эффективно управлять системой отопления, в том числе дистанционно через интернет или GSM-канал. Данная система является лучшей по функционалу и цене в своём классе.

TECE

Дизайнерская панель смыва

Немецкая компания TECE представила дизайнерскую панель смыва для подвесных унитазов TECEnow. Современный минималистичный дизайн, прямолинейность контуров с учётом инженерных нюансов отвечают самым высоким требованиям гигиены и удобства использования. Тщательная проработка мельчайших деталей одаривает клиента эстетическим и тактильным удовольствием, а невысокая стоимость позволяет быть в авангарде экономного сегмента. Промышленные дизайнеры из немецкого архитектурного бюро Noa умело переработали идею классической панели смыва. В центре внимания — эффект универсального изящества. Выверенный образ TECEnow подчёркивается её оптимальным размером 220 × 150 мм. Клавиша смыва производится из высокопрочного пластика и доступна в следующих цветах: белый, чёрный, хром глянцевый и хром матовый. Панель монтируется традиционным способом на поверхности стены, выступая всего лишь на 5 мм от поверхности. Также возможна установка на одном уровне со стеной с помощью монтажной рамки.



Открытие участка выпуска скважинных насосов

В июне 2015 года на российском производстве «Грундфос» была введена в эксплуатацию линия по производству многоступенчатых скважинных насосов серии SP. Производственная мощность участка — 30 ед. оборудования в смену. Скважинные насосы SP предназначены для водоснабжения, оросительных гидросистем, понижения уровня грунтовых вод, систем пожаротушения, повышения давления и пр. Раньше насосы SP поставлялись с зарубежных заводов концерна, и чтобы оперативно удовлетворять все потребности рынка, было принято решение начать производство скважинного оборудования в Истре. Каждый насос, выпущенный с участка, проходит обязательную проверку качества и технических характеристик. Для этого на предприятии установлены испытательные стенды, изготовленные в датском Технологическом центре Grundfos.



Honeywell

Трёхходовые регулирующие шаровые краны VBG3



Компания Honeywell пополнила свой ассортимент новыми трёхходовыми регулируемыми шаровыми кранами VBG3. Теперь серия VBG представлена как двухходовыми кранами VBG2, так и трёхходовыми клапанами VBG3. Клапаны VBG выпускаются в широком диапазоне типоразмеров с условным проходом DN15–DN50 и с пропускной способностью $K_{vs} = 0,25–63$. Клапаны VBG серии предназначены для регулирования расхода горячей и охлажденной воды (допускается раствор гликоля до 50%) в системах отопления, вентиляции, в том числе фанкойлах, и кондиционирования воздуха. Клапаны VBG3, как и VBG2, имеют запатентованную конструкцию шара, которая обеспечивает равнопроцентную характеристику расхода, отлично подходит для организации смесительных контуров и способны работать в системах с большим перепадом давления.

«Элита»

Стальные панельные радиаторы с нанокерамическим покрытием



Радиаторы Hiterm изготавливаются на европейском заводе класса А на полностью автоматизированных линиях итальянского производства. Основой служит высококачественная холоднокатаная листовая сталь — такая же используется при производстве автомобилей Volkswagen. При изготовлении применяется нанокерамическая циркониевая обработка, повышающая коррозионную стойкость радиатора. Контроль качества полностью автоматизирован. Гарантия на отопительные приборы — 10 лет. Радиаторы Hiterm соответствуют стандартам: ISO 9001:2000, ISO 14001 и OHSAS 18001. Ассортимент представлен двумя моделями: Basic — с боковым подключением и Universal — с универсальным подключением. Каждая из моделей представлена семью типами конструкций, восемью вариантами высоты и 27 вариантами длины. Обе модели полностью готовы к монтажу — укомплектованы необходимым количеством настенных консолей и метизами, заглушкой и воздухоотводчиком. Universal комплектуется термостатическим клапаном Danfoss. Новые радиаторы адаптированы к российским системам отопления.

Solarfocus

Ультеракомпактный пеллетный котёл pelletelegance от Solarfocus



Solarfocus GmbH презентовал в России новую модель в своей линейке: компактный котёл на пеллетах pelletelegance. Котёл разработан специально для небольших котельных. Возможность подключения дымохода к верхней или задней стенке и встроенные насосно-смесительные модули с выходами на верхней части котла позволяют устанавливать котёл в самых стеснённых пространствах, в том числе заподлицо со стеной по двум сторонам. Пятно установки котла всего 0,54 м². Диапазон мощности: 10, 15, 20 и 24 кВт. Данная модель котла укомплектована ручной или вакуумной системой загрузки топлива, системой автоматической очистки теплообменников и золоудаления в удобный отстегивающийся бокс, сверхсовременной системой управления с большим цветным сенсорным экраном и возможностью управления через Интернет.

На правах рекламы.



made in Germany

WOLF



ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
ВЕНТИЛЯЦИИ И ОТОПЛЕНИЯ



www.wolfrus.ru wolfrus@wolfrus.ru



Новый модуль Viega Eco Plus для унитазов-биде

Установка унитаза-биде в уже готовый интерьер может стать проблемой, если при производстве модуля для навесной сантехники не были предусмотрены соответствующие соединения. На самом деле различия могут быть весьма значительными в зависимости от модели устройства и от производителя. Теперь обычные унитазы-биде и их комплектующие можно подсоединять к новому модулю Eco Plus для биде от компании Viega. Модуль Eco Plus для унитазов-биде — это ответ компании Viega на большое разнообразие моделей, которые появились на рынке за последние несколько лет. Новый модуль Eco Plus позволяет заказчикам уже сейчас заложить основу для будущих изменений: обычный унитаз можно будет в любой момент заменить на унитаз-биде благодаря новому модулю Viega Eco Plus. Высота установки унитаза возможна на пяти различных уровнях от 310 до 390 мм.



Vaillant Group

Класс Protherm открылся в Вологде

На базе ОАО «Вологдаоблгаз» открылся учебный класс по сервисному обслуживанию и монтажу отопительного оборудования популярной марки из Словакии.

Выступая перед журналистами и газовиками области Сергей Власов, генеральный директор ОАО «Вологдаоблгаз» (на фото второй справа) высоко оценил совместный проект с российским подразделением немецкой Группы Vaillant, в которую входит Protherm. Руководитель газораспределительной организации поблагодарил партнёров за плодотворное сотрудничество и охарактеризовал оборудование Protherm как надёжную и доступную технику, которая пользуется растущим спросом у потребителей. В новом классе представлены современные образцы настенных и напольных котлов Protherm. Оборудование действующее, подключено к газу. Семинары будут вести опытные инженеры-преподаватели Департамента обучения «Вайлант Групп Рус» — «Академии Vaillant».

«Я очень рад, что в лице ОАО «Вологдаоблгаз» наша компания нашла надёжного и ответственного партнёра», — сказал Валентин Медвежер (на фото второй слева), региональный представитель Vaillant в СЗФО. — Подготовка квалифицированных кадров для газовой от-

расли очень важна для бесперебойной и безопасной работы оборудования. Специалисты по газовому отоплению Вологодской области получили современный класс, где они осваивают все тонкости монтажа и обслуживания наших котлов. Кроме того, здесь их обучают практическим навыкам по устранению нестандартных ситуаций в условиях, максимально приближенных к реальным», — заключил руководитель регионального филиала Vaillant.

«В 2015 году в классе планируется обучить 140, а в 2016-м — уже 250 специалистов. В Вологодской области активно ведётся газификация населённых пунктов. Уже установлены тысячи единиц отопительного оборудования марки Protherm. И у региона остаётся значительный потенциал для расширения этой работы», — отметил в своём выступлении гендиректор ГРО.

После церемонии открытия класса в нём состоялся областной конкурс «Лучший по профессии». Своё мастерство продемонстрировали специалисты по монтажу и сервисному обслуживанию котельного оборудования. Победители получили ценные призы. Первый приз — увлекательная поездка на сборочное предприятие Protherm в Словакии.

Geffen

Расширение ассортимента Geffen

Система МКС-70 позволяет быстро смонтировать систему отопления, имеющую до трёх контуров. Высокую надёжность и продолжительный срок службы обеспечивают следующие факторы: высококачественные материалы; современные технологии производства; продуманная конструкция. Для производства МКС-70 используется спокойная сталь марки 20, бронза

и высококачественная латунь, что значительно продлевает срок службы системы. TIG — сварка в среде аргона обеспечивает высокое качество сварных швов, не отличающихся по химическому составу от основного металла. Каждую полость после сварки отдельно и всё изделие в сборе проверяют на герметичность под давлением, в разы превышающим номинальное.

В России открыт склад FAF Vana



Турецкий производитель трубопроводной арматуры FAF Vana открыл склад в Москве. Для заказа доступен широкий ассортимент продукции, используемой в системах холодного и горячего водоснабжения для бытового и промышленного применения: поворотные затворы, запорные и обратные клапаны, шаровые краны, компенсаторы, фильтры-грязевики и др. Предприятие с более чем 29-летним стажем сегодня является одной

из ведущих компаний на рынке трубопроводной арматуры. В настоящее время производственные мощности FAF Vana насчитывают 11 тыс. м². Завод расположен в Анкаре. Благодаря качеству и надёжности, обеспечивающим доверие и стабильность, компания стала востребованным брендом в трубопроводной индустрии. Продукция компании FAF Vana экспортируется в более чем 40 стран мира.

КаМо GmbH

Распределительный коллектор КаМо-Махі для больших объёмов теплоносителя



Компания КаМо GmbH ввела в свою производственную программу новую линейку распределительных коллекторов для больших объёмов — КаМо-Махі. Данный тип коллектора был специально разработан специалистами КаМо для распределения значительных объёмов нагретой воды или водно-гликолевых смесей. Основной областью применения КаМо-Махі станут системы отопления и кондиционирования с большими объёмами тепло- и холодоносителя. Также данные изделия могут широко использоваться при строительстве объектов геотермальной и гелиоэнергетики. Коллекторы производятся из

высококачественной нержавеющей стали (1.4404), благодаря чему обеспечивается повышенная устойчивость к воздействию агрессивных водных сред. Дополнительную надёжность изделию придаёт специальный прочный профиль корпуса (DN50, толщина стенок 2 мм). Первичное подключение коллектора оснащается шаровым краном DN40 с соединением 1½" ВР, в торцевой части находятся два подсоединения ½", в которые монтируются краны для спуска воздуха и слива воды. Исполнение вторичных подключений коллектора (DN25) варьируется от двух до 12 контуров.



Безотходный монтаж системы труб и фитингов

Отрезки труб PE-RT Tebo можно надёжно сварить с помощью недорогой соединительной муфты PE-RT. Сварные соединения PE-RT могут располагаться в стяжке пола и штробе. Это одно из многих преимуществ системы. Уникальная конструкция фитингов PE-RT Tebo специально под сварку является разработкой специалистов компании «Альтерпласт» и позволяет использовать их для соединения труб из стабилизированного полиэтилена PE-RT (тип II) с внутренним антидиффузионным слоем EVOH (PE-RT/EVOH/PE-RT) и PE-RT. Области применения труб PE-RT Tebo: системы холодного, горячего водоснабжения; низкотемпературное отопление (в том числе в системе «тёплый пол»). Одно из главных преимуществ системы — максимальная надёжность. Сварное соединение труб и фитингов PE-RT Tebo обеспечивает монолитность соединения. Подробнее см. на сайте производителя.

Расширение линейки стальных панельных радиаторов Kermi

«Керми» расширила линейку стальных панельных радиаторов и проанонсировала поставку на российский рынок панельных радиаторов с монтажной высотой 200 мм. Новые низкие радиаторы прекрасно вписываются там, куда не входит ни один радиатор стандартной высоты, а также обладают потрясающей производительностью. Радиаторы превосходно сочетаются с современными системами отопления с низкой температурой теплоносителя в подающем трубопроводе, основанными, например, на технологии максимального использования теплоты сгорания топлива или в тепловых насосах.



Elsen

Аксиальные фитинги серии Monolit

Компания Elsen представила новые аксиальные PPSU фитинги Elsen серии Monolit. Данные фитинги предназначены для соединения труб из сшитого полиэтилена PE-Xa в системах отопления, холодного и горячего водоснабжения. Они позволяют максимально эффективно использовать свойства труб из сшитого полиэтилена PE-Xa, которые обладают эффектом «памяти форм». Гильза фитингов Elsen серии Monolit состоит из двух материалов. Внутренняя часть выполнена из высокопрочного и безопасного полимера PPSU, которая сверху стянута стальной оболочкой с антикоррозионным покрытием. Внутреннее покрытие обеспечивает надёжное уплотнение и безопасное «надвижение» гильзы, а металлическая оболочка обеспечивает непревзойдённую прочность. Повредить такую гильзу практически невозможно.

Трубы Pro Aqua получили сертификат с новым ГОСТ

Завод «Про Аква» одним из первых российских производителей напорных полипропиленовых труб прошёл сертификацию по новому ГОСТ 32415–2013. Авторы обновлённого межгосударственного стандарта компания «НТЦ Системы трубопроводов из полимерных материалов» провели испытания напорных полипропиленовых труб Pro Aqua, подтвердив соответствие продукции требованиям ГОСТ, и выдали предприятию сертификаты соответствия новому ГОСТ. Новый ГОСТ 32415–2013 дополняет и расширяет утративший силу ГОСТ P52134–2003.

Gorenje

Новинка от компании Gorenje



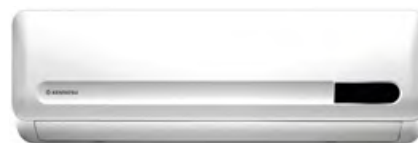
Компания Gorenje представила комбинированный водонагреватель модели VLG. Данная модель представляет собой водонагреватель большого объёма (200 и 300 л). Внутри, в зависимости от модели, может находиться один или два теплообменника. В данных вер-

сиях площадь поверхности теплообменника была увеличена: в версиях объёмом 200 л она составляет до 2,3 м², и до 4 м² — в моделях объёмом 300 л. Данные показатели позволяют значительно сократить время нагрева от теплоносителя и дополнительно способствуют лучшему прогреванию нижних слоев воды в баке водонагревателя, что препятствует образованию микробов и, в частности, решает основную проблему — легионеллы. Также модели различаются между собой по толщине изоляционного слоя — от 60 мм до 110 мм (что лучше всех аналогов). Соответственно, по уровню теплопотерь у моделей с максимальной толщиной теплоизоляции в 11 см показатель теплопотерь не будет превышать 1,4 кВт в 24 часа. Особенность моделей водонагревателей VLG — установленный фирменный «сухой» ТЭН мощностью 3 кВт, ведь горячая вода нужна не только во время отопительного сезона, но и летом, когда индивидуальные системы отопления выключены.

Grundfos

Системы управления дренажными насосами

В июле 2015 года на заводе «Grundfos Истра» началось производство обновлённых систем управления Control LC (D) 108s, которые отвечают за работу дренажных и канализационных насосов, обеспечивают дополнительную надёжность системы, оперативно реагируя на аварийные ситуации. Системы Control LC (D) используются для управления работой одного или двух насосов обычного или взрывозащищённого исполнения. В отличие от предыдущего поколения, в обновлённом продукте повышена надёжность системы при аварийных ситуациях; устройство аварийного отключения включено в стандартную комплектацию; оптимизированы габариты и цены на уличное исполнение (снижение стоимости до 30%); улучшено удобство проведения ремонтных работ и обслуживания насосов.



Новый настенный кондиционер Kentatsu KSGL

Компания «Даичи» представила новую настенную сплит-систему Kentatsu KSGL/KSRL, поставка которой в Россию началась в июле 2015 года. Одна из особенностей блока — его компактность: ширина — всего 680 мм, глубина — 178 мм. Дисплей информирует об активизированном режиме, заданной температуре и установке таймера. Кондиционеры предлагаются производительностью 2,34; 2,64 и 3,52 кВт. На внутренней поверхности труб секционного теплообменника нанесены канавки трапециевидальной формы, а на ламели теплообменников внутреннего и наружного блоков — антикоррозионное покрытие с гидрофильными свойствами. Эти конструктивные особенности позволили добиться улучшения теплообмена. Применение тангенциального вентилятора оптимизированной формы обеспечивает низкий уровень шума кондиционера. Рабочие температуры наружного воздуха — +18...+43 °С.

Wolf

Новинка домашней вентиляции от Wolf



Проветривание за счёт открывания окон и дверей сопровождается колоссальными тепловыми потерями. Ценная энергия неизбежно теряется, зачастую в виде нежелательного обмена на загрязнённый воздух и шум дорожного движения. Комфортабельная система вентиляции квартир фирмы Wolf берет на себя комплексное проветривание дома в автоматическом режиме. К тому же не теряется тепло удаляемого воздуха — оно используется для предварительного подогрева поступающего свежего воздуха. Это экономит энергию и деньги. CWL-T-300 Excellent — это центральная механическая установка для обработки воздуха с рекуперацией тепла.

Huch EnTEC

Солнечная насосная группа Sol Box



Немецкая компания Huch EnTEC представила новинку — солнечную насосную группу Sol Box со встроенной системой защиты от перегрева теплоносителя (система Drain Back), предназначенную для обеспечения циркуляции теплоносителя в гелиоконтуре площадью до 40 м². В систему входит солнечный регулятор с PWM-управлением, датчики температуры, высокоэффективный солнечный циркуляционный насос Wilo Yonos Para 15/13-PWM-2, предохранительный клапан, клапан для удаления воздуха. Sol Box может располагаться на 11 м ниже верхней кромки коллекторного поля, в техническом помещении или в котельной. Главная особенность системы Sol Box — наличие встроенной ёмкости защиты гелиосистемы от воздушных пробок и перегрева теплоносителя (система Drain Back).

Schlosser

Изменение конструкции термостатической вкладки

Компания Schlosser обращает внимание специалистов на внесение изменения в конструкцию термостатической вкладки арт. 6030 00006. Клапан терморегулирующий встраиваемый (арт. 6030 00006) имеет устройство предварительной настройки пропускной способности для обеспечения расчётного распределения потока теплоносителя по всем отопительным приборам двухтрубной системы отопления. Теперь предварительная настройка клапана может производиться в диапазоне от «1» до «8». С целью увеличения функциональности продукта была введена винтовая диафрагма, позволяющая расширить диапазон предварительной настройки. В предыдущей версии клапана не допускалась установка с интервалом менее 1. В новой версии данных ограничений нет, что способствует более точной настройке в соответствии с расчётным распределением потока. Цифра «8» соответствует нормальной (фабричной) установке. В положении «8» клапан полностью открыт.

ROLS ISOMARKET

Новый шумопоглощающий материал Energoflex® Acoustic



Шум относится к числу наиболее сильных факторов, отрицательно воздействующих на здоровье и психику людей. В частности, многие из нас сталкивались с ситуацией, когда по канализационным трубам в стенах буквально водопадом низвергаются стоки. Спасением, дарующим тишину и спокойный сон, станет шумопоглощающий материал Energoflex® Acoustic, который был разработан в компании ROLS ISOMARKET специально для улучшения акустического комфорта зданий. Зубчатый профиль

внутренней поверхности и высокая плотность материала позволяют значительно снизить шум в санитарных системах. Применение Energoflex® Acoustic позволяет снизить уровень шума от пластиковых канализационных труб на 10 дБ(А). Изоляция легко, быстро и с минимальным количеством отходов монтируется на трубопроводы диаметром 110 мм.

ZOTA
**ТВЕРДОТОПЛИВНЫЕ
КОТЛЫ**



**Короли
бюджетта**

«ЗАВОД ОТОПИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИКИ»
Красноярск, ул. Калинина, 53А
(391) 247-77-77, 247-78-88, 247-79-99

www.zota.ru



СОБЫТИЕ

Открытие завода по производству стальных панельных радиаторов Buderus

С появлением современного производственного предприятия, соответствующего международным стандартам, перед Bosch открываются широкие перспективы для развития бизнеса в России.



30 июня 2015 года в городе Энгельсе Саратовской области состоялось торжественное открытие завода «Еврорадиаторы». Он стал четвертым производственным кластером на территории промышленной площадки Bosch в Энгельсе, на которой уже находится производство электроинструментов, автокомпонентов и газовых котлов для бытового и промышленного применения.

В этот проект было инвестировано около 10 млн евро. Площадь завода составляет 12 тыс. м², а штат насчитывает 100 человек. На заводе организован выпуск двух моделей современных стальных панельных радиаторов отопления под маркой Buderus, предназначенных для российского рынка, — Logatrend K-Profil и VK-Profil. Это универсальные радиаторы, которые могут использоваться для оборудования систем отопления как в новых, так и старых зданиях, в офисах и магазинах, многоквартирных домах и частных коттеджах. Всего в 2015 году планируется произвести 134 тыс. радиаторов обеих моделей.

В торжественной церемонии открытия завода приняли участие заместитель председателя правительства Саратовской области Валерий Сараев, глава Энгельского муниципального района Дми-

трий Лобанов, генеральный директор завода «Еврорадиаторы» Александр Умнов, президент ООО «Роберт Бош» в РФ Герхард Пфайфер, региональный президент «Bosch Бензиновые Системы» в РФ и генеральный директор ООО «Роберт Бош Саратов» Эккарт Райлен, президент правления компании «Bosch Термотехника ГмБХ» Уве Глок, член правления компании «Bosch Термотехника ГмБХ» Ульрих Шмидт и другие официальные лица.

«Открытие этого завода позволит нам нарастить производственные мощности, чтобы удовлетворить спрос на нашу высококачественную продукцию в стране. Завод радиаторов стал уже пятым предприятием Bosch в России», — заявил Герхард Пфайфер, президент ООО «Роберт Бош» в РФ.

«С появлением современного производственного предприятия, соответствующего международным стандартам, перед Bosch открываются широкие перспективы для развития бизнеса в России, — считает Александр Умнов, генеральный директор завода. — Наш завод будет выпускать более тысячи вариаций самых популярных на российском рынке моделей радиаторов отопления под брендом Buderus. Кроме того, мы создали около 100 рабочих мест для жителей Саратовской области».



:: Герхард Пфайфер, президент ООО «Роберт Бош» в РФ



✪ Александр Умнов, генеральный директор завода «Еврорадиаторы»

Предпосылки строительства завода

Решение о строительстве нового завода было принято в Германии ещё в 2013 году. Уже существующему там предприятию по производству радиаторов требовалось принятие мер по повышению рентабельности. В связи с этим было принято решение о перемещении производства в Россию — в регион, позволяющий снизить операционные затраты и обеспечить привлекательные возможности для сбыта продукции. Рассматривалось два варианта размещения завода: на новой площадке в Казани и в уже существующем промышленном кластере Bosch в Энгельсе.

Второй вариант оказался удобнее по целому ряду факторов. Площадка была обеспечена всеми необходимыми инженерными коммуникациями, что ускорило и облегчало реализацию проекта. В процессах подбора кадров, охраны труда, таможенной обработки, разработки продукта были задействованы сотрудники существующего предприятия, что позволяло добиться снижения затрат. Наконец,

немаловажными плюсами стали умеренная стоимость аренды и устоявшиеся отношения с руководством города Энгельса и Саратова. Предприятие получило значительную поддержку от администрации при обеспечении энергоресурсами и регистрации объекта в местных службах. Также завод получил рекомендации от губернатора Саратовской области по включению его в программу льгот инвестиционным проектам региона. Это позволит уменьшить налоговую нагрузку на предприятие в ближайшие пять лет.

Организация производства и сбыта

Производственный корпус завода имеет размеры 36×100 м. Он был построен в 1964 году и до середины 2014 года использовался для сборки троллейбусных шасси. За полтора года корпус был полностью отремонтирован и оборудован.

Первую продукцию завод отгрузил уже через несколько дней после старта. В июле производство работало в одну смену, в августе планируется запуск второй смены. Производственный процесс



полностью соответствует стандартам, принятым в Германии. В работе используются проверенные годами методики обеспечения качества FMEA, Control Plan, SPC. Персонал завода прошёл обучение в Германии и Италии на аналогичных предприятиях.

Производство состоит из трёх основных этапов: металлообработка, покраска, сборка и упаковка. Первый этап осуществляется на двух параллельных автоматизированных линиях. На каждой из них работает по 10 человек. Каждые 25 секунд линия производит неокрашенный радиатор. Всего в год завод может произвести до 600 тыс. единиц продукции, что составляет около 50% российского рынка.

Радиаторы проходят 100% контроль герметичности сварки путём опрессовки сжатым воздухом в специальных ваннах под давлением 13 бар. Также производится выборочный контроль изделий на разрушаемость: в тестовый радиатор нагнетается вода под давлением более 30 бар вплоть до полного его разрушения.

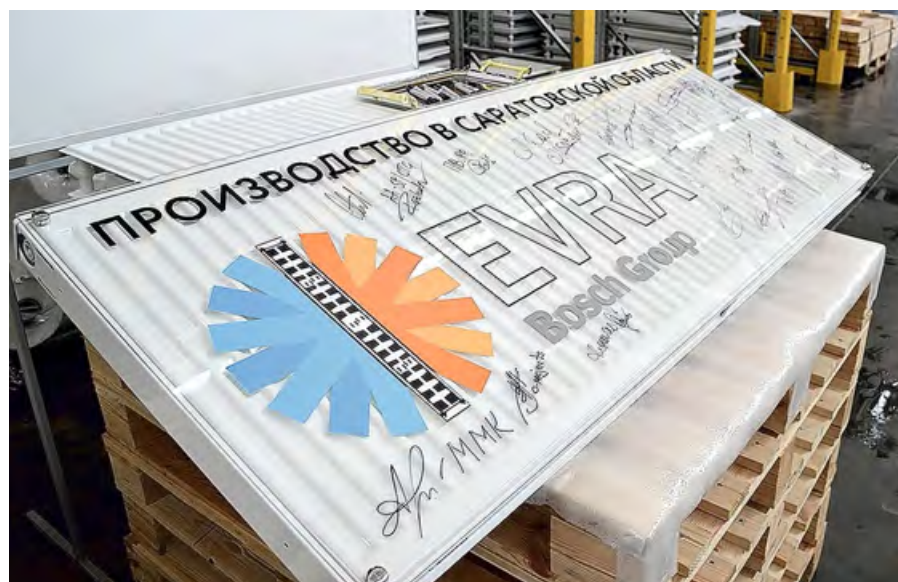


На этапе покраски используется полностью автоматизированная линия итальянского производства, на которой работают четыре человека. Мощность линии составляет 1000 радиаторов в смену. В процессе работы поверхность радиаторов очищается, грунтуется, запекается в печи, проходит покраску в порошковой камере, а затем вновь проходит через печь. Это позволяет получить качественное глянцевое покрытие радиатора.

На последнем этапе происходит комплектовка радиаторов (в зависимости от заказа), монтаж верхней панели, упаковка и подготовка к транспортировке. Численность задействованного здесь персонала составляет 15 человек. Стоит отметить, что уже в сентябре на этом участке часть операций будет автоматизирована благодаря установке оборудования для автоматического навеса и снятия материалов с конвейера.

Сталь — основной компонент затрат при производстве радиатора. Её доля в стоимости радиатора составляет около 52%. Завод использует сталь Магнитогорского металлургического комбината, которая полностью удовлетворяет всем требованиям. Процент локализации производства на сегодняшний день составляет 55%. Из России, помимо металла, поставляются и упаковочные материалы. В дальнейшем компания планирует локализовать на заводе производство боковых и верхних радиаторных панелей. Это позволит снизить затраты на логистику и материалы, а также дополнительно создать 10 рабочих мест.

Радиаторы Buderus Logatrend зарубежного производства продаются в России уже не первый год и обладают необходимыми сертификатами. При этом в ближайшем будущем компания планирует



сертифицировать и продукт, произведённый в России. Дистрибуция продукции будет осуществляться по всей территории России, основной же сбыт придётся на центральные регионы. С 2016 года планируется охватить сбытом также и страны СНГ.

О радиаторах Buderus Logatrend

Радиаторы марки Buderus Logatrend относятся к стальным панельным радиаторам. Они имеют высокую теплоотдачу, удобство монтажа, привлекательный внешний вид и, главное, отличное соотношение цены и качества. Благодаря низкому показателю тепловой инерции они позволяют в более гибком режиме осуществлять регулирование температуры в помещении.

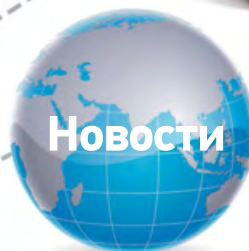
В России данные радиаторы представлены в двух исполнениях: K-Profil (компактное исполнение, боковая подводка) и VK-Profil (компактное вентильное исполнение, нижняя подводка). Всего линейка Logatrend включает в себя семь типов, 15 длин (400–3000 мм) и пять высот (300–900 мм) радиаторов. Это позволяет без труда подобрать прибор нужной конфигурации.

Продукция имеет ряд существенных преимуществ. Главная особенность радиаторов Buderus — это применение технологии роликовой сварки панелей. По сравнению с точечной сваркой, применяемой другими производителями, данная технология позволяет значительно увеличить надёжность радиаторов.

Радиаторы оснащены инновационными встроенными термостат-вентильми Danfoss, которые позволяют добиться увеличения экономичности по сравнению с вентильми устаревших конструкций в среднем на 5%.

Продукция снабжена сертификатом соответствия ГОСТ. Срок гарантийного обслуживания радиаторов составляет пять лет, расчётный срок эксплуатации — 25 лет. ●

СОК Мобайл для Android



САНТЕХНИКА
ОТОПЛЕНИЕ
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

В любое время и в любом месте!

Просматривайте и добавляйте новости прямо со своего телефона, делитесь новостями с коллегами и друзьями.

Смотрите видео, читайте интервью, делайте жизнь отрасли интересней вместе с нами!

Доступ более чем к 20 тысячам документов в профессиональной библиотеке и отраслевому каталогу компаний.

Google play



Загрузить СОК Мобайл

Трубопроводная арматура: требования у «нас» и у «них»

В статье приводится сравнение зарубежных и отечественных требований, применяемых к трубопроводной арматуре

Современный рынок трубопроводной арматуры охватывает практически все отрасли промышленности, не исключая и сферу строительства: почти в каждом жилом и нежилом помещении установлена запорная арматура (как правило, шаровые краны), которая может различаться по конструкции и материалам с учётом требуемых технологических параметров, климатических зон использования, вида транспортируемой среды.

Шаровой кран применяется в качестве запорного элемента в системах холодного и горячего водоснабжения, отопления, подачи пара, сжатого воздуха. Но, как и любое оборудование, трубопроводная арматура может являться источником опасности. Различные повреждения, разрывы, поломки шарового крана могут привести к авариям на трубопроводах, затоплениям помещений, взрывам на газопроводах, и последствия могут быть очень тяжёлыми, в том числе с человеческими жертвами.

К причинам возникновения подобных ситуаций можно отнести: брак, допущенный в процессе изготовления изделия; влияние коррозии на металл; разгерметизация арматуры; неправильная установка и эксплуатация шарового крана и многие другие. Основным требованием при эксплуатации арматуры является использование её строго по назначению и учитывая все технологические параметры: рабочую среду, показатели давления и температуры. Применение арматуры без соблюдения эксплуатационных условий приведёт к быстрому выходу из строя и, как следствие, к аварии.

Почти в каждом жилом и нежилом помещении установлена запорная арматура (как правило, шаровые краны), которая может различаться по конструкции и материалам с учётом требуемых технологических параметров, климатических зон использования, вида транспортируемой среды

В последние годы, в связи с ростом на рынке числа зарубежной арматуры, а также в связи с тенденцией постепенного внедрения программы импортозамещения в отрасли арматуростроения, актуальным становится вопрос корректной замены в трубопроводных системах отечественного оборудования на импортное и наоборот. В сфере арматуростроения существует большое количество технических регламентов, норм и стандартов, используемых при конструировании данного оборудования, при этом стандарты



Авторы: С.С. САВЕЛЬЕВ, директор по развитию; Е.А. РУСАКОВА, специалист отдела маркетинга и PR, компания ООО «ТД «Маршал»

⇨ Сравнение технических требований

табл. 1

Технические требования, устанавливаемые по стандарту	Стандарты, устанавливающие требования		Соответствие отечественных стандартов международным
	отечественные	международные	
Номинальные (условные диаметры)	установлено по ГОСТ	выбирается из ряда, установленного в стандарте	размеры соответствуют
Номинальные (условные давления)	установлено по ГОСТ	отсутствуют некоторые давления	соответствуют не полностью
Требования к изготовлению	установлено по ГОСТ: указаны допуски, предельные отклонения, требования к чистоте сборки и пр.	отсутствуют	не соответствуют
Герметичность к внешней среде	не допускаются	не допускаются	соответствуют
Герметичность затвора	установлено по ГОСТ	установлены ИСО 5208–82	соответствуют
Испытания на прочность и герметичность	установлено по ГОСТ	установлены по ИСО 5208–82	соответствуют
Маркировка	установлено по ГОСТ	по ИСО 5209–77	соответствуют за исключением маркировки материала корпуса

⇨ Сравнение требований по отечественным и международным стандартам

табл. 2

Требования	По стандарту ISO	В соответствии с отечественными стандартами
Строительные длины	установлены по ISO	установлены по отечественным стандартам
Параметры давлений и температур	установлены по ISO	установлены по отечественным стандартам
Корпус	установлены типы корпусов	не регламентированы
Толщина стенок корпуса	установлена минимальная толщина	устанавливаются в соответствии расчётом прочности
Присоединительные фланцы	установлены по ISO	установлены по ГОСТ
Форма проходного отверстия	круглая	не регламентирована
Форма шаровой пробки	круглой формы	не регламентировано
Кольца седла	предусматривается замена за исключением неразъёмных корпусов	не регламентировано
Крепёж	имеет резьбу метрическую или дюймовую по ISO	только метрическую
Антистатическое исполнение	установлены требования по конструкции и испытаниям	не регламентировано
Управление	указано положение рукоятки, указания по «открытию» и «закрытию», указатели направления ограничители хода	установлено по ГОСТ, установлено по ГОСТ, установлено по ГОСТ
Шар, шток, обойма колец седла, кольца седла, уплотнение штока, сальник	по ISO не регламентируются, определяются условиями эксплуатации	не регламентировано, установлены в конструкторской документации, не регламентировано, определяются условиями эксплуатации
Испытания	установлено по ISO	установлено по ГОСТ
Маркировка	установлено по ISO	установлено по ГОСТ

⇨ Стандарты на марки сталей

табл. 3

Страна	Наименование стандарта	Страна	Наименование стандарта
Россия	ГОСТ	Италия	UNI
США	AISI, ACI, ANSI, AMS, API, ASME, ASTM, AWS, SAE, UNS	Швейцария	SNV
Великобритания	B.S.	Венгрия	MSZ
Япония	JIS	Норвегия	NS
Франция	AFNOR NF	Румыния	STAS
Канада	CSA	Финляндия	SFS
Австрия	ONORM	Бельгия	NBN
Испания	UNE	Болгария	BDS
Австралия	AS	Чехия	CSN
Китай	GB	Швеция	SS
Германия	DIN	Югославия	JUS
Европейский Союз	EN	Общий международный стандарт	ISO

Одним из важнейших требований для обеспечения безопасной эксплуатации арматуры является сохранение её максимальной герметичности. Именно разгерметизация соединений зачастую становится причиной утечек рабочей среды

различных стран могут существенно отличаться друг от друга по разнообразным показателям.

Обращаясь к требованиям к конструкции шарового крана и к его отдельным элементам, основными стандартами являются ГОСТ (в России) и ISO (международный стандарт). Различными по своему происхождению стандартами могут устанавливаться разные нормы, что может приводить к трудностям при сопоставлении и конвертации отдельных параметров.

Рассмотрим сравнение технических требований, устанавливаемых отечественными и международными стандартами (табл. 1, 2 и 3).

Одним из важнейших требований для обеспечения безопасной эксплуатации арматуры является сохранение её максимальной герметичности. Именно разгерметизация соединений зачастую становится причиной утечек рабочей среды. Основными испытаниями, установленными для арматуры по ГОСТ, являются испытания на герметичность. Основными можно считать жидкостный способ проверок. Он включает в себя удаление воздуха из внутренних частей арматуры, которая затем заполняется испытательной средой. По окончании испытания и после удаления жидкости из шарового крана можно определить места повреждений, если таковые имеются, на повреждённых участках возникает конденсат.

Основным материалом, применяющимся при изготовлении шаровых кранов, является сталь. Качество металла в известной степени влияет на надёжность и работоспособность арматуры, так как при различных условиях эксплуатации необходимо применять соответствующие марки сталей или других типов металлов. Выбор оборудования, изготовленного в соответствии с действующими стандартами, является гарантией его безопасной и долговременной эксплуатации. Состав сплава влияет не только на прочность арматуры, но и на качество воды, а наличие различных примесей в транспортируемой среде, например, железа, способствует развитию коррозии металла. ●

Трубопровод- ные системы Giacomini

Компания Giacomini («Джакомини») располагает в Италии не только несколькими фабриками, на которых изготавливается латунная арматура различного назначения, но также заводом по производству полимерных труб. Этот базис позволяет компании иметь в своём ассортименте настоящее изобилие труб и фитингов различных типов, обеспечивая самый широкий ассортимент трубопроводов для систем отопления и водоснабжения зданий.

Перечислим типы трубопроводов и соединительных элементов, производимых компанией Giacomini.

Итак, трубы:

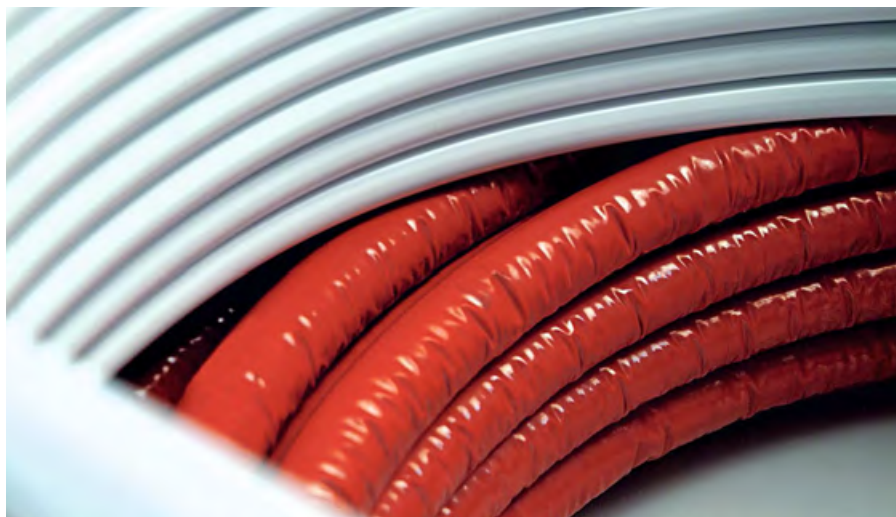
- из сшитого полиэтилена PE-X;
- из полиэтилена повышенной термостойкости PE-RT;
- полибутиленовые PB;
- полипропиленовые PP-R;
- металлопластиковые PE-X/AL/PE-X.

И фитинги:

- компрессионные (резьбовые) для полимерных и металлополимерных труб;
- компрессионные для медных труб;
- пресс-фитинги;
- быстрого монтажа — так называемые «пуш-фитинги»;
- резьбовые для металлических труб;
- полипропиленовые PP-R;
- переходники и адаптеры для подсоединения труб к запорной, регулирующей арматуре и коллекторам.



На правах рекламы.



Система GX — новинка 2015 года

Отдельно следует отметить новую систему, получившую обозначение **GX (Giacomini eXpansion)**. В её основе — трубы из сшитого полиэтилена PE-X, латунные фитинги с особым профилем и монтажные кольца из технополимера. Монтаж производится за счёт расширения трубы с установленным на нём полимерным кольцом, которое после установки фитинга сжимается за счёт эффекта «памяти формы» и в течение одной минуты обеспечивает надёжное соединение. Система GX имеет рабочее давление 10 бар для всех классов эксплуатации, включая 5-й (рабочая температура до 90 °С), и 50-летний расчётный срок эксплуатации. Пригодны для питьевой воды. Такие показатели позволяют без ограничений применять данные трубопроводы в системах отопления и водоснабжения многоэтажных и высотных зданий.

Преимуществом системы GX является быстрый монтаж всего за одну операцию, при этом требуется всего один инструмент, а также высокие параметры прочности — испытание системы избыточным давлением, в разных режимах показали её превосходство перед подавляющим большинством аналогичных систем. К плюсам системы GX также следует отнести её невысокую стоимость.



Компания Giacomini при производстве трубопроводных систем исходит из принципа универсальности и совместимости — ему соответствуют многие продукты компании. Тот факт, что трубы типов PE-X, PE-RT, PB, PE-X/Al/PE-X могут использоваться с любыми резьбовыми, пресс- и пуш-фитингами соответствующего размера, порадует как монтажников, так и конечных клиентов. Нет необходимости для каждого типа трубы использовать соответствующий тип фитинга, и наоборот — фитинги Giacomini не «привязаны» к определённому материалу трубы. Трубы PE-X и металлопла-

стиковые могут быть смонтированы при помощи универсального пресс-фитинга Giacomini стандартным обжимным инструментом. В одной системе отопления можно применить трубы PE-X и PE-RT, не меняя системы соединения, а в местах, где затруднено использование монтажного инструмента, возможно установить пуш-фитинги. И всё это — в рамках одного дома, одной системы! А насколько проще клиенту, который покупает трубу и фитинги для ремонта... Достаточно просто приобрести продукцию Giacomini, не задумываясь больше, «свападут» ли труба и соединители!

Трубопроводы Giacomini могут использоваться в системах отопления и водоснабжения многоэтажных зданий, и широко применяться в индивидуальном строительстве. Трубы Giacomini устанавливаются в системы напольного отопления жилых, общественных и промышленных помещений, в системы снеготаяния и подогрева грунта. Трубопроводы Giacomini на базе полимерных или металлополимерных труб и латунных фитингов обладают всеми преимуществами, которые свойственны этим современным материалам, такими как: малый вес, простой монтаж универсальными инструментами, высокая гибкость, отсутствие коррозии и отложений на внутренней поверхности труб, малая теплопроводность и увеличенная шумоизолированность, высокая температурная стойкость и прочность по давлению, длительный срок службы.

Вкупе с широчайшим выбором типоразмеров труб и фитингов это делает продукцию Giacomini действительно универсальным решением для самых разнообразных задач. ●

**Представительство
Giacomini S.p.A. в России:
Тел. +7 (495) 604-83-96
www.giacomini.ru**



Пресс-фитинги Multipress («Мультипресс»)

«Мультипресс» — система универсальных пресс-фитингов Giacomini, предназначенных для монтажа трубопроводов из сшитого полиэтилена PE-X, полибутилена, полиэтилена PE-RT, а также металлопластиковых труб. Один и тот же фитинг может использоваться со всеми перечисленными выше типами труб. Особенностью фитингов серии «Мультипресс» является тот факт, что для их обжатия можно использовать пресс-инструмент с различным профилем: TH, H и U, что дополнительно повышает универсальность соединительных элементов Giacomini.



О белорусском методе определения долговечности внутренних полимерных трубопроводов

С 1 января 2015 года вступил в силу Евразийский экономический союз (ЕАЭС), в который вошли Россия, Казахстан и Белоруссия, а в дальнейшем к нему планируют присоединиться Армения и Киргизия. Ключевая задача Евразийского экономического союза — усиление потенциала экономик перечисленных стран. В этой связи потребуются, естественно, гармонизировать нормативную документацию [1]. Сделать это будет непросто, поскольку имеются серьезные расхождения концептуального характера, например, между ГОСТ Р (РФ) и СТБ (Беларусь), стандартизирующие в том числе методы определения долговечности внутренних полимерных трубопроводов.

Автор: А.А. ОТСТАВНОВ, к.т.н., ведущий научный сотрудник ОАО «НИИМосстрой»; О.Г. ПРИМИН, д.т.н., профессор, заместитель генерального директора ОАО «МосводоканалНИИпроект»; В.А. ХАРЬКИН, к.т.н., генеральный директор ООО «Прогресс»

Российский метод (ГОСТ Р 52134 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Общие технические условия») регламентирует длительную прочность термопластов в виде графиков зависимости «время — напряжение в стенке трубы — температура», которые получены экспериментально на трубных образцах непосредственно.

Белорусский метод [2, 3] предполагает рассчитывать долговечность по экспериментально определяемому значению E — энергии активации термоокислительной деструкции (далее — ЭАТД) полимера, из которого изготовлено трубное изделие, предназначенное к использованию в отоплении (далее — О), горячем и холодном водоснабжении (далее — ГВ и ХВ), канализации (далее — К), газоснабжении (далее — Г).

Метод определения долговечности изделий основан на взаимосвязи между долговечностью t полимера и значением его энергии активации E , уменьшающейся под воздействием эксплуатационных факторов. ЭАТД — это избыток энергии (потенциальный барьер), необходимый для разрушения химических связей, образующих основную цепь полимера, под воздействием эксплуатационных факторов (тепло, кислород и озон воздуха, УФ-излучение, химические среды, механические нагрузки и др.).

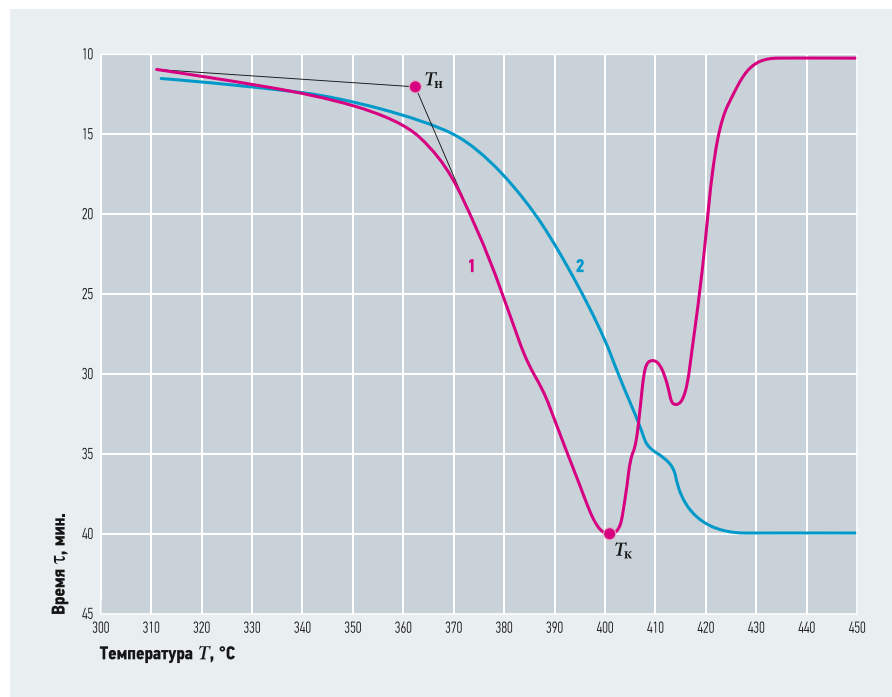
Значение E определяют расчётным путём по методу Бройдо (точность $\approx 5\%$) с использованием результатов термиче-

ЭАТД — это избыток энергии, необходимый для разрушения химических связей, образующих основную цепь полимера, под воздействием эксплуатационных факторов (тепло, кислород и озон, УФ-излучение, механические нагрузки и др.)

ского анализа предварительно проводимых опытов, в которых устанавливают потери массы навесками испытуемого полимера при его нагревании с заданной скоростью в определённом [4] интервале температур (рис. 1).

Для проведения испытаний из труб и/или фасонных частей выпиливают по три образца, а затем из опилок, образующихся при резании, готовят навески полимера массой по 200 ± 1 мг и определяют по [2] значение его ЭАТД E [кДж/моль].

Опыты проводят на дериватографах. Дериватограф позволяет при изменении температуры T с заданной скоростью одновременно регистрировать температуру подъёма T_d вещества, его массу, скорость изменения массы и разность температур в испытуемом материале и в инертном эталоне. В частности, дериватограф типа ОД-109 и Q-1500Д (завод-изготовитель — чешская фирма «МОМ», город Будапешт) обеспечивает нагревание навески материала в диапазоне температур от 20 до 500 °С со скоростью подъёма температуры от 5 до 10 °С/мин. и взвешивание навески материала массой до 500 мг



⚡ **Рис. 1.** Кривые дифференциального термического анализа и дифференциальной термогравиметрии (1 — ДТА; 2 — ДТГ; τ — время, T_n и T_k — начальная и конечная температуры)

с погрешностью ± 1 мг. Имеющиеся в дериватографе аналитические весы с воздушным успокоителем и автоматическим устройством для установки гирь характеризуются чувствительностью — 20 мг/0–100 деление $\pm 0,2$ мг и пределами измерения — 0–10 г навесками и гирьками — 10, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 мг с точностью $\pm 1\%$ (20 мг), 0,5% (50–100) и $\pm 0,2\%$ (200–2000). Также используются аналитические весы (ГОСТ 24104) с точностью взвешивания $\leq 0,2$ мг и тигли (платиновые — для контроля точности прибора и керамические — для проведения испытаний) объемом от 0,5 до 1,0 см³.

При записи ДТА (дифференциальный термический анализ — определение направления и величины изменения энтальпии, связанной с физическими превращениями и химическими реакциями, происходящими в испытуемом материале под действием тепла) в качестве эталона применяется порошок химически чистого оксида алюминия (Al₂O₃). Опыты проводят с соблюдением определённых требований. Температура воздуха в помещении, в котором проводят испытания, должна быть $20 \pm 5^\circ\text{C}$, а его относительная влажность — $65 \pm 5\%$. Напряжение переменного тока в сети 220 ± 22 В, частота 50 ± 1 Гц. Время выдержки образцов перед испытанием при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$ и относительной влажности $65 \pm 5\%$ — не менее 15 ч.

При испытаниях навески испытуемого и эталонного материалов массой по 200 ± 1 мг помещают в керамические тигли (которые предварительно прокалывают при температуре 600°C в течение 1 ч, а затем выдерживают при комнатной температуре в течение 2 ч) и затем взвешивают. Устанавливают тигли с испытуемым и эталонным материалами в дериватограф и проводят настройку дериватографа в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Устанавливают выбранные режимы работы дериватографа. Чувствительности: по определению массы — 200 мг, температуры — 500°C на 100 делений, сигнала ДТА — 1/5 и ДТГ — 1/10 (дифференциальная термогравиметрия — определение скорости изменения массы вещества, связанного с химическими реакциями, происходящими в испытуемом материале под действием тепла). Время записи диаграммы составляет 100 минут. Скорость нагревания — 5°C в минуту. Включают дериватограф и нагревают навеску до температуры 500°C . Одновременно, в соответствии с инструкцией к дериватографу, производят запись графиков.

При записи ДТА (дифференциальный термический анализ — определение направления и величины изменения энтальпии, связанной с физическими превращениями и химическими реакциями, происходящими в испытуемом материале под действием тепла) в качестве эталона применяется порошок химически чистого оксида алюминия

Обработку результатов производят в следующем порядке. На графике 3 (рис. 2) отмечают значения потерь массы навески (Δm) в процентах с точностью до 0,1% с шагом 1°C в интервале температур, соответствующем исследуемому полимеру.

Для полипропилена — 260–320, сшитого полиэтилена высокого давления и средней плотности — 360–410, полиэтилена низкого давления — 350–410, полиэтилена высокого давления — 340–410) и поливинилхлорида — 240–290.

Вычисляют значение двойного логарифма $\ln\{\ln[100/(100 - \Delta m)]\}$ для каждой температуры. Затем строят график прямолинейной зависимости $\ln\{\ln[100/(100 - \Delta m)]\}$ от обратной температуры T_d , применяя аппроксимацию по методу наименьших квадратов. При этом на оси абсцисс откладывают значения $10^3/T_d$,

где T_d — значения температуры при испытании в Кельвинах, а на оси ординат — величины $\ln\{\ln[100/(100 - \Delta m)]\}$. Вычисляют с точностью до 0,1 тангенс угла наклона φ построенной прямой линии к оси ординат (рис. 3).

Значение энергии активации E [кДж/моль] вычисляют по формуле

$$E = R \operatorname{tg}(\varphi), \tag{1}$$

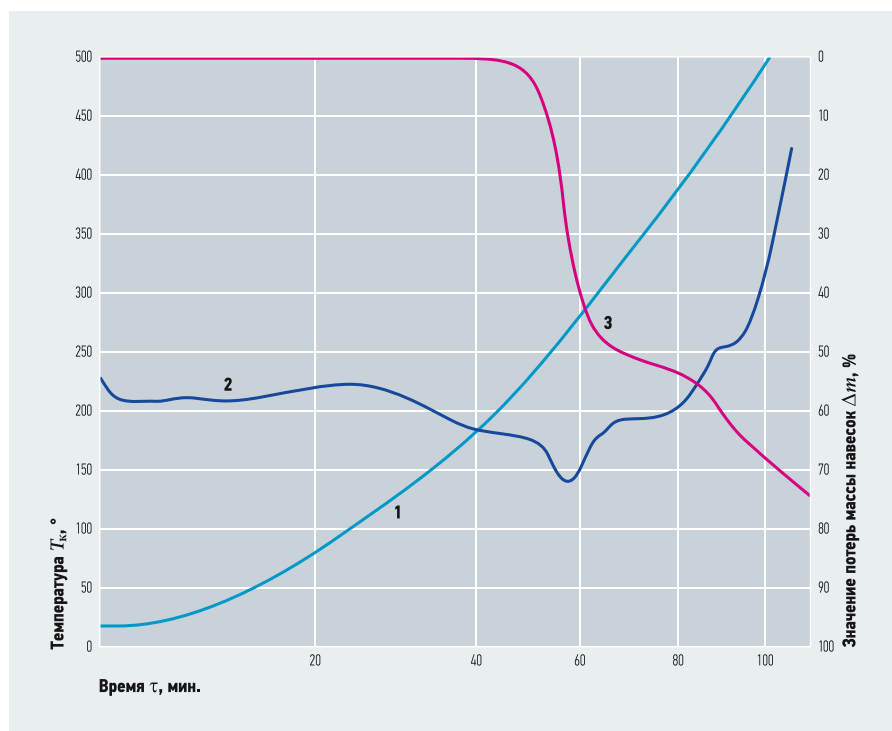
где R — универсальная газовая постоянная, $10^3 R = 8,31$ кДж/(моль·К). Расчётная долговечность изделия в годах t_{T_3} при конкретном значении температуры эксплуатации определяется по формуле

$$\tau_{T_3} = \frac{C e^{\frac{E_d}{RT_3}}}{m}, \tag{2}$$

где E_d — энергия активации, определяющая уровень долговечности изделий [кДж/моль] для каждого полимера должна приводиться в стандартах на методы определения долговечности конкретных изделий; T_3 — температура эксплуатации изделия, К; C — коэффициент, характеризующий скорость деструкции [ч] (для каждого полимера должен приводиться в стандартах на методы определения долговечности изделия); m — коэффициент перевода долговечности в годы.

Расчётная долговечность t_{T_3} в годах для труб при конкретном значении температуры эксплуатации T_3 , с учётом в формуле (2) параметров

$$C = 10\alpha(E - \Delta E_{\text{м.в}} - \gamma\sigma_p) + \beta \text{ и } E_d = E - \Delta E_{\text{м.в}} - \gamma\sigma_p,$$



⚡ **Рис. 2.** Кривые дифференциального термического анализа и дифференциальной термогравиметрии для ПВХ-труб (1 — подъём температуры; 2 — ДТА; 3 — ДТГ; T_d — температура, Δm — потеря массы, τ — время)

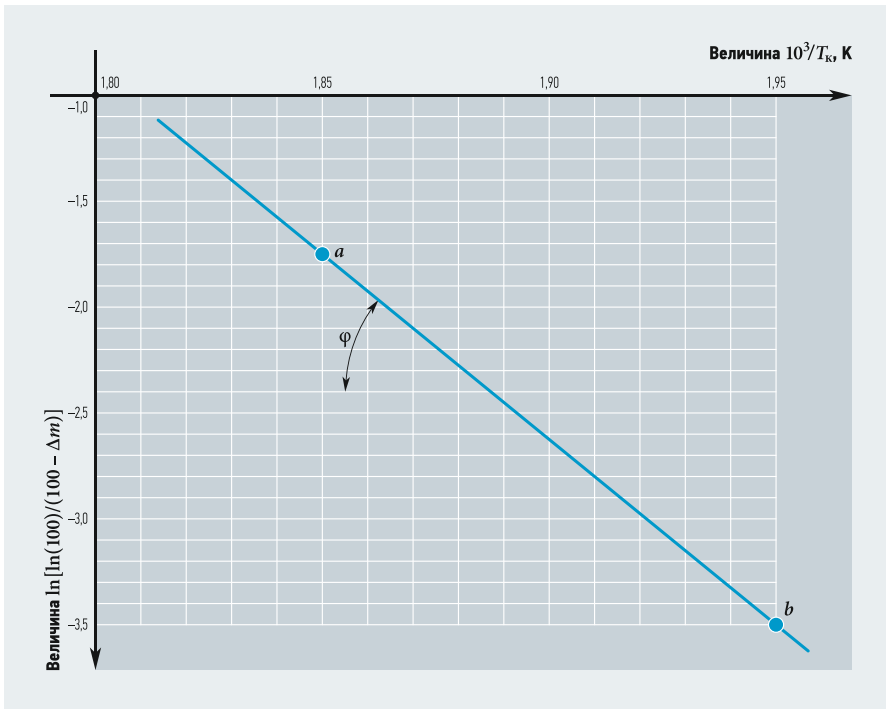


Рис. 3. Зависимость двойного логарифма потерь массы от обратной температуры (для участка **a–b**: $\text{tg}(\varphi) = [(3,5 - 1,75)/(17,5 - 1,95)] = 1,85$ и значение энергии активации: $E = R \text{tg}(\varphi) = 8,31 \times 17,5 = 145$ кДж/моль; Δm — потеря массы, T — температура)

Величины эмпирических коэффициентов

табл. 1

Эмпирические коэффициенты / трубный полимер	ПП	ПЭВП, ПЭСП	ПЭВД	ПЭНД	ПВХ
α	-0,1163	-0,1167	-0,144	-0,1167	-0,1176
β	-0,1198	-0,090	-1,730	-0,9360	-0,1360

Значения ЭАТД

табл. 2

Системы / значения $E_{м.в}$ [кДж/моль] для труб из	ППРС	ПЭ-С	*	ПЭ	ПП	НПВХ
О и ГВ	4 / 2**	1	-	-	-	-
ХВ	-	-	1	-	-	-
Г	-	-	5	-	-	-
К	-	-	-	3	4	6

* Материал не указан. ** При температурах: в числителе ≤ 60 °С, в знаменателе > 60 °С.

Значения структурно-чувствительных коэффициентов γ материалов

табл. 3

Полимер	ПЭНД	ПЭВД	ПП	ПЭВП	ПЭСП	НПВХ
γ , кДж/(моль·МПа)	1,6	2,2	2,25	2,5	3,2	2,2

Номинальные значения ЭАТД

табл. 4

Трубопровод систем / значения E [кДж/моль] для трубных полимеров	ПП / ПЭВП-С / ПЭСП-С	ПЭНД / ПЭВД	ПЭНД	ПП / ПЭНД / ПВХ
О и ГВ	133 / 131 / 133	-	-	-
ХВ	-	91 / 93	-	-
Г	-	-	100	-
К	-	-	-	87 / 109 / 128

Расчётная долговечность трубных изделий из ПП в системах О и ГВ*

табл. 5

σ_p , МПа	Расчётная долговечность τ [годы] при t [°С]									
	50	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	-	257,0	170,0	88,0	46,0	25,0	13,0	7,2	4,2	2,4
2	-	180,0	130,0	68,0	36,0	20,0	10,5	5,9	3,5	2,0
3	-	145,0	99,0	52,0	28,0	15,5	8,4	4,9	2,9	1,7
4	319,0	89,0	75,0	40,0	22,0	12,5	6,8	4,0	2,3	1,4
5	217,0	63,0	57,0	31,0	17,0	9,8	5,5	3,2	1,9	1,2
6	144,0	44,0	43,0	24,0	13,0	7,8	4,0	2,6	1,5	1,0

* Выборка из СТБ 1.333.2–2012.

определяется по [2]:

$$\tau_{T_3} = \frac{10^{\alpha(E - \Delta E_{м.в} - \gamma \sigma_p) + \beta} e^{\frac{E - \Delta E_{м.в} - \gamma \sigma_p}{RT_3}}}{m}, \quad (3)$$

где α и β — эмпирические коэффициенты (табл. 1); $E_{м.в}$ — уменьшение энергии активации полимера при постоянном воздействии жидкой среды (уменьшение энергии межмолекулярных взаимодействий на поверхности труб вследствие эффекта Ребиндера) в системе (табл. 2), кДж/моль; γ — структурно-чувствительный коэффициент материала трубы, кДж/(моль·МПа), принимаемый для трубных полимеров (табл. 3); σ_p — расчётное напряжение в стенке трубы [МПа], определяемое по формуле:

$$\sigma_p = \frac{P_p(d-s)}{2s} SF, \quad (4)$$

где P_p — рабочее давление среды (теплоносителя, воды, газа) в трубе, МПа; d — наружный диаметр трубы, мм; s — толщина стенки трубы, мм; SF — коэффициент запаса прочности, принимаемый для систем отопления равным — 2,5, для систем горячего водоснабжения — 1,5, для систем холодного водоснабжения и канализации — 1, для систем газоснабжения — в соответствии с СТБ ГОСТ Р 50838; m — коэффициент перевода долговечности в годы (для полиэтилена ПЭНД, ПЭВП, ПЭСП и полипропилена $m = 365$, для полиэтилена ПЭВД $m = 1$, для поливинилхлорида $m = 8760$).

Расчётная долговечность изделия в годах при переменных значениях температур эксплуатации изделия определяется по [2]:

$$\tau_{\text{общ}} = \left[\sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{m_i}{\sum m_i} \right) \right] \tau_{T_3}, \quad (5)$$

где m_i — число часов воздействия конкретных значений температур эксплуатации; $\sum m_i$ — общее число часов воздействия переменных значений температур эксплуатации; τ_{T_3} — долговечность изделия в годах при конкретном значении температуры эксплуатации изделия.

Нормы [3] стандартизируют номинальные значения энергии активации термоокислительной деструкции E [кДж/моль], для внутренних трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения из полипропилена ПП, сшитых полиэтиленов высокой плотности ПЭВП и средней плотности ПЭСП; холодного водоснабжения из полиэтиленов низкого ПЭНД и высокого давлений ПЭВД; газоснабжения из полиэтилена низкого ПЭНД, а также канализации из полипропилена ПП, полиэтилена низкого ПЭНД и поливинилхлорида (табл. 4).

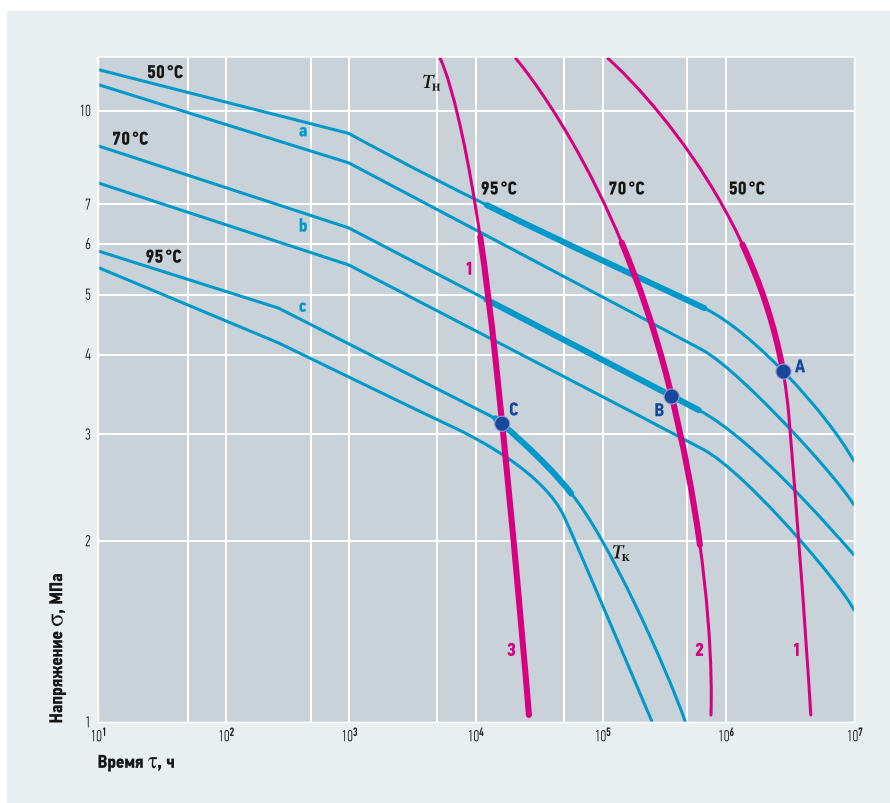


Рис. 4. Графическая интерпретация методов определения долговечности труб из ПП-Р [а, б, в — поля экспериментальных точек [5] с кривыми, аппроксимирующие средние (сплошные толстые линии) и минимальные (сплошные тонкие линии) значения, экстраполированные в перспективу (штрихпунктирные линии) и используемые в методе ГОСТ Р 52134; 1, 2, 3 — кривые, аппроксимирующие расчетные (СТБ, табл. А1) значения (сплошные толстые линии) и экстраполированные в перспективу (сплошные тонкие линии); А, В, С — точки совпадения долговечностей]

Расчётная долговечность трубных изделий из ПЭВП-С в системах О и ГВ* табл. 6

σ _р , МПа	Расчётная долговечность τ [годы] при t [°C]								
	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	–	148,96	76,88	40,44	21,66	11,81	6,55	3,69	2,11
2	–	119,80	62,64	33,37	18,095	9,98	5,60	3,19	1,84
3	185,39	96,35	51,03	27,53	15,11	8,44	4,79	2,76	1,61
4	147,12	77,49	41,58	22,71	12,62	7,13	4,09	2,38	1,41
5	116,75	62,32	33,88	18,74	10,54	6,03	3,50	2,06	1,23
6	92,65	50,12	27,60	15,46	8,81	5,09	2,99	1,78	1,08

* Выборка из СТБ 1.333.2–2012.

Расчётная долговечность трубных изделий из ПЭСП-С в системах О и ГВ* табл. 7

σ _р , МПа	Расчётная долговечность τ [годы] при t [°C]							
	65	70	75	80	85	90	95	100
1	–	86	45	24	13	7,1	4,0	2,3
2	–	66	35	19	10	5,8	3,3	1,9
3	–	51	27	15	8,4	4,8	2,8	1,6
4	72	39	21	12	6,8	3,9	2,3	1,3
5	55	30	17	9,5	5,4	3,2	1,9	1,1
6	41	23	13	7,5	4,4	2,6	1,6	1,0

* Выборка из СТБ 1.333.2–2012.

Расчётная долговечность трубных изделий в системах ХВ* табл. 8

σ _р , МПа	Расчётная долговечность τ [годы] для ПЭВД при t [°C]			Расчётная долговечность τ [годы] для ПЭНД при t [°C]		
	20	30	40	20	30	40
1	23	7,0	4,0	90	27	8,9
2	19	6,0	3,5	71	22	7,3

Анализ данных убеждает в том, что значения долговечностей трубопроводов, рассчитанные по базирующемуся на энергии активации термоокислительной деструкции трубного полимера методу (СТБ 1333.0 и 1333.2), не совпадают с экспериментальными значениями непосредственно на трубах

В нормах [3] также стандартизируются расчётные долговечности трубных изделий из указанных полимеров для различных сочетаний расчётных напряжений в их стенках σ_р [МПа] и температур t [°C] могущих иметь место при эксплуатации: в О и ГВ (табл. 5–7) — с учётом установленных номинальных значений ЭАТД E (табл. 4, столб. 2), ХВ (табл. 8) — (табл. 4, столб. 3), Г (табл. 9) — (табл. 4, столб. 4) и К (табл. 10) с учётом установленных номинальных значений ЭАТД E (табл. 4, столб. 5).

Анализ данных (табл. 5) убеждает в том, что значения долговечностей трубопроводов, рассчитанные по базирующемуся на энергии активации термоокислительной деструкции трубного полимера методу (СТБ 1333.0 и 1333.2), не совпадают с экспериментальными значениями долговечностей, полученными непосредственно на трубах из ПП [5], а с определяемыми по ГОСТ Р 52134 имеют только разовые совпадения (табл. 11): три года при напряжении 3 МПа (температура 95°C), 45 лет — 3,4 МПа (70°C) и 400 лет при напряжении 3,8 МПа (температура 50°C).

Объяснение таким несовпадениям можно будет вынести на суд широкой научно-технической общественности в следующих выпусках журнала. В этом направлении определённая работа проводится в ОАО «НИИМосстрой». ●

1. ТР 201_00_ЕврАзЭС. О безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий. Интернет-ресурс: docs.cntd.ru.
2. СТБ 1333.0–2002. Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности по энергии активации термоокислительной деструкции полимерных материалов.
3. СТБ 1333.2–2002. Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности труб полимерных для инженерно-технических систем.
4. Прокопчук Н.Р., Кухта Т.Н. Оценка влияния внутренних напряжений на долговечность покрытий из порошковых красок / Труды БГТУ (Минск), №4/2014.
5. Материалы Eхова (Bodycote testing group). Интернет-ресурс: meto.ru.
6. Отставнов А.А., Примин О.Г., Прогнозирование сроков службы полиэтиленовых трубопроводов со структурированной стенкой // Журнал С.О.К., №5/2015.

TECElogo: лёгкий и быстрый монтаж без инструмента

Сегодня специалистам нужны не только надёжные технологии, но и широкий спектр аксессуаров, позволяющий выполнять любые монтажные работы без каких-либо проблем. Именно поэтому, помимо стандартных вариантов фитингов TECElogo, компания TECE предлагает готовые практические монтажные узлы, например, для умывальников или соединений радиаторов. Ассортимент TECElogo содержит всё, что требуется профессионалам для монтажа сантехнических и отопительных (включая напольные) систем из труб диаметром от 16 до 63 мм.

Если вы пользуетесь системой монтажа TECElogo, главным инструментом в работе становятся... ваши руки. Их нельзя потерять, они не требуют дорогостоящего технического обслуживания и дополнительных инвестиций. Система монтажа TECElogo — это современная технология соединения push-fit без использования запрессовочных инструментов. Современные интеллектуальные технологии TECElogo обеспечивают длительную и надёжную эксплуатацию системы.

Процесс монтажа

Для того, чтобы смонтировать соединение TECElogo, нужно выполнить всего три несложных операции (рис. 1, 2 и 3): отрезать трубу при помощи труборезных ножниц, надеть на один конец трубы калибратор, соответствующий диаметру трубы, после чего несколько раз повернуть его по часовой стрелке. И, наконец, выполнить соединение.



:: Рис. 1. Отрезание трубы при помощи труборезных ножниц



:: Рис. 2. Калибровка и снятие фаски



:: Рис. 3. Соединение трубы и фитинга

Система монтажа TECElogo — это современная технология соединения push-fit без использования запрессовочных инструментов. Современные интеллектуальные технологии TECElogo обеспечивают длительную и надёжную эксплуатацию системы

Преимущества TECElogo

Помимо простого и быстрого монтажа без использования инструментов для запрессовки соединений, система TECElogo имеет ряд преимуществ, которые делают её практически безальтернативным решением при сравнении с аналогами. Она сочетает в себе высокую стойкость к температурным и механическим нагрузкам в инженерных сетях, отсутствие коррозии, высокую гибкость трубопроводов, а также высокую стабильность труб, обладающих «эффектом памяти», и стойкость к изломам. Немаловажным нюансом является экологичность TECElogo — система не содержит вредных компонентов: резьбовые фитинги из DR-латуни (Dezincification Resistant) пригодны для использования в питьевых трубопроводах. Кроме того, все без исключения компоненты системы TECElogo имеют сертификаты DWGW и ГОСТ Р и санитарно-эпидемиологическое заключение на применение в системах хозяйственно-питьевого назначения.

Временный демонтаж? Не проблема!

Соединения системы TECElogo можно демонтировать с помощью специального ключа. При этом допускается повторно использовать демонтированные части в том случае, если система не эксплуатировалась. В соединениях, которые демонтируются после ввода в эксплуатацию системы TECElogo, следует заменить резиновые кольца, а фитинг можно снова использовать.

Области применения системы TECElogo

Говоря о преимуществах TECElogo, нельзя не упомянуть широкую область её применения. Благодаря большому ассортиментному ряду система позволяет быстро, не затрачивая много сил и времени, своими руками выполнять сборку трубопроводов любой сложности — будь то системы внутреннего водоснабжения или отопительные инженерные системы. К последним относятся системы радиаторного отопления со скрытой или наружной разводкой (в том числе и одно-



трубные системы), напольного и стенового отопления, а также системы обогрева поверхностей (подъездных путей, автостоянок, футбольных полей и т.д.), находящихся под воздействием внешних температур.

Компоненты системы

Для сантехнических и отопительных трубопроводов компанией TECE предлагаются универсальные фитинги из латуни и полифенилсульфона (PPSU). Эти материалы имеют высокую механическую прочность и абсолютно безопасны с точки зрения гигиены. Фитинги TECElogo конструктивно просты и состоят всего лишь из трёх компонентов: обжимное кольцо, муфта, тело фитинга с резиновым уплотнительным кольцом. Помимо фитингов, система TECElogo имеет ряд компонентов, превращающих её в уникальный и самодостаточный арсенал монтажника. Это универсальные многослойные трубы (PE-Xc/Al/PE), применяющиеся для систем радиаторного и поверхностного отопления, холодного и горячего водоснабжения, узлы подключения радиаторов отопления, распреде-

лители для радиаторного и поверхностного отопления и сантехнических систем. Сюда же относятся сопутствующие элементы, позволяющие повысить удобство работы монтажника и сделать готовую систему ещё более надёжной и эстетичной: крепёжная техника для труб, полистирольные плиты для поверхностного отопления и инструмент для калибровки и снятия фаски.



TECElogo: немного статистики

Компания TECE совместно с Институтом делового администрирования в производстве при Мюнстерском университете прикладных наук провели исследование рынка для технологии push-fit. В нём приняли участие компании из Германии и Австрии, ранее не работавшие с TECElogo. Для них это стало возможностью испытать новую систему на практике. Их опыт был оценён. Результаты говорят в пользу TECElogo: практически все респонденты допускают использование системы в будущем, 38% планируют использовать систему push-fit более интенсивно, 57% — имеют положительное впечатление от её использования, 35% — отличное впечатление. Треть респондентов указала на то, что время монтажа сократилось на 30% по сравнению с ранее используемой системой. В среднем об экономии времени сообщили 23% опрошенных. Скорость монтажа оценивается как «хорошо» и «очень хорошо» — в этом большое достоинство TECElogo, а свойства системы не допускают ошибок при монтаже. Возможность повторного использования соединений также была оценена на «хорошо» и «очень хорошо».

Вопросов не останется

Проявляя заботу о заказчике, производитель предоставляет подробные рекомендации по проектированию и монтажу инженерных систем. В них даны подробные пошаговые инструкции по прокладке трубопроводов TECElogo внутри стен, в полах, в бетоне или стяжке пола, в деформационных швах, по битумным и окрашенным поверхностям под асфальтовым покрытием. Уделено внимание вопросу проектирования санитарных разводок, а также систем отопления.

Как известно, «дьявол таится в деталях». Понимая все особенности работы монтажника, составители сопутствующей литературы осветили тонкости процесса изгибания трубопроводов, вопросы защиты фитингов и смонтированной системы в целом от механических повреждений и мороза, а также другие нюансы.

Пользователь может спать спокойно

Любому конечному потребителю, трепетно относящемуся к своему имуществу, очень хорошо знакомы неприятные мысли, связанные с возможным затоплением жилища. Время от времени они могут посещать хозяина помещения, где смонтирована система водоснабжения и/или водяного отопления. Выбрав систему TECElogo, потребитель, как, впрочем, и ответственное лицо в радеющей за собственный имидж монтажной фирме, могут спать спокойно.

Дело в том, что соединения TECElogo доказали свою уникальную прочность не только на ведущих строительных объектах, но и при воспроизведении известного опыта Отто фон Герике. С помощью четырёх лошадей было доказано, что фитинг TECE способен выдержать растягивающую нагрузку даже в экстремальных условиях.

Надёжность и высочайшее качество — главные критерии TECE в производстве фитингов: их параметры соответствуют строгим требованиям DVGW и стандартам DIN. Помимо наличия формально подтверждённого качества продукции, TECE GmbH имеет подтверждённую временем многолетнюю безупречную репутацию — уже более 50 лет продукция компании является гарантией отличного качества водопроводных и отопительных систем. ●

**Более подробная информация:
000 «TECE Системс»**

Тел.: 8 800 333 83 23

E-mail: info@tece.ru

www.tece.ru

ОТОПЛЕНИЕ

Haier: газовый котёл для поквартирного отопления

В последние годы в нашей стране становится популярным поквартирное отопление — децентрализованное индивидуальное обеспечение каждой квартиры в многоквартирном доме теплом и горячей водой. Наиболее распространённым и доступным вариантом поквартирного отопления является использование в каждой квартире двухконтурного настенного газового котла с закрытой камерой сгорания, который обеспечивает отопление и горячее водоснабжение.

Плюсы поквартирного отопления

В поквартирном отоплении заинтересованы в первую очередь пользователи, получающие возможность управлять режимами теплоснабжения исходя из своих потребностей, оплачивая при этом только реально затраченные ресурсы (газ и воду). Стоимость коммунальных услуг по горячей воде и отоплению при этом снижается более чем в три-четыре раза.

Установив индивидуальный источник тепла — газовый котёл — обитатель квартиры получает доступ к другим продуктам и технологиям современного рынка отопительной техники: водяному тёплому полу, современным радиаторам и конвекторам, установка которых невозможна в домах с централизованным теплоснабжением.

Плюсом для застройщиков является отсутствие затрат на подключение дома к централизованным теплосетям, на монтаж тепловых пунктов и приборов учёта тепловой энергии. Это открывает перспективы жилищного строительства в районах, не обеспеченных развитой инфраструктурой центральных тепловых сетей. Что же касается сервисных организаций, то для них преимуществом поквартирного отопления является удобство и оперативность техобслуживания объекта с однотипными газовыми котлами, а также возможность замены трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры и отопительных приборов в отдельных квартирах при перепланировке, аварийных ситуациях и т.п. без нарушения режима эксплуатации систем отопления в других квартирах.

При строительстве домов с поквартирным отоплением нередко возникают сложности с согласованием максималь-



:: Настенный газовый котёл Haier серии M

ного потребления газа. Критическим параметром при этом становится мощность котла по отоплению. Большинство моделей современных настенных котлов разработано для частных домов в европейских странах и имеет мощность по отоплению 24 кВт. Однако в многоквартирном доме для отопления квартиры площадью 120 м² более чем достаточно мощности 12 кВт. Именно такое решение для горячего водоснабжения и обогрева квартир в домах с поквартирным отоплением предлагает в 2015 году на российском рынке компания Haier.

Установив индивидуальный источник тепла — газовый котёл — обитатель квартиры получает доступ к другим продуктам и технологиям современного рынка отопительной техники: водяному тёплому полу, современным радиаторам и конвекторам



Технические данные котла Haier серии M

табл. 1

Характеристика		Значение	Характеристика		Значение	
Тепловые параметры	Входная мощность, кВт	13,32	Горячее водоснабжение (ГВС)	Максимальное рабочее давление воды, МПа	0,6	
	Номинальная выходная мощность, кВт	11,97		Максимальное рабочее давление воды, МПа	0,03	
	Минимальная мощность, кВт	5,51		Номинальный расход воды (при $\Delta t = 20 / 25^\circ\text{C}$), л/мин.	9,5 / 8,0	
	КПД, %	92		Диапазон регулирования температуры ГВС, $^\circ\text{C}$	30–60	
	Допустимое рабочее давление, МПа	0,05–0,3		Минимальная скорость протока ГВС (при $\Delta t = 20 / 25^\circ\text{C}$), л/мин.	8,0 / 2,5	
	Диапазон температуры нагрева, $^\circ\text{C}$	30–85 (30–60*)		Максимальная скорость протока горячей воды, л/мин.	8	
	Объём мембранного расширительного бака, л	6		Номинальный расход газа, м ³ /ч	1,915	
	Напор насоса, м	5		Температура уходящих газов, $^\circ\text{C}$	119,3	
	Отапливаемая площадь, м ²	60–120		Содержание CO ₂ , %	5,8	
	Номинальный расход газа, м ³ /ч	1,415		Содержание CO, ppm	26	
	Температура уходящих газов, $^\circ\text{C}$	115		Газ	Номинальное давление газа, мбар	20
	Содержание CO ₂ , %	4,16			Габариты котла и параметры арматуры	Подключение к системе отопления, подача, R"
Содержание CO, ppm	2	Подключение к системе отопления, «обратка», R"	¾			
Электрические параметры	Потребляемая электрическая мощность, Вт	110	Подключение к системе ГВС / ХВС, R"	½		
	Напряжение и частота сети, В / Гц	~220 / 50	Подключение газа, R"	¾		
	Класс защиты	IPX4	Размеры котла (в×ш×г), мм	701×403×287		
	Горячее водоснабжение (ГВС)	Входная мощность, кВт	18,03	Размер упаковки (в×ш×г), мм	775×487×370	
Номинальная выходная мощность, кВт		15,97				
Минимальная мощность, кВт		5,51				
КПД, %		92				

Haier: водонагреватели для всего мира

Основанная в 1984 году компания Haier сегодня насчитывает 24 производственных предприятия, пять R&D центров и дочерних организаций в Европе, Северной Америке, Азии, на Ближнем Востоке и в Африке. В компании работает более 70 тыс. сотрудников, годовой объём продаж составляет более \$29,5 млрд. По данным Euromonitor International, за декабрь 2014 года компания Haier в шестой раз подряд возглавила глобальный рейтинг производителей крупной бытовой техники с долей рынка розничных продаж 10,2%.

Первый завод Haier по производству электрических водонагревателей был открыт в Циндао в 1997 году, и уже через год компания стала лидером китайского рынка водонагревателей. В 2002 году ей был разработан первый в мире электрический водонагреватель с системой безопасности Safe Cage, исключающей поражение пользователя током. К 2007 году система безопасности Safe Cage становится международным стандартом.

С 2012 года работает центр перспективных разработок в Лионе (Франция). В Китае компания имеет два завода по выпуску электрических водонагревателей, завод газовых проточных водонагревателей и котлов, завод тепловых солнечных панелей. Строится завод по выпуску водонагревателей со встроенным тепловым насосом. Имея столь мощный про-

изводственный потенциал, в 2013 году Haier стал крупнейшим в мире производителем электрических водонагревателей с общемировой долей рынка 17%. Водонагревателями Haier сегодня пользуются 50 млн человек во всём мире.

Основными преимуществами теплового оборудования Haier являются высокая насыщенность электронными компонентами (причём полный функционал имеется даже в «младших» моделях продуктовой линейки), более доступная цена по сравнению с европейскими брендами и более высокое качество по сравнению с азиатскими, а также хорошая сервисная и информационная поддержка продукции на российском рынке. Компания непрерывно расширяет свою сервисную сеть, обеспечивая каждый новый автори-

Основными преимуществами теплового оборудования производства компании Haier являются: высокая насыщенность электронными компонентами (причём полный функционал имеется даже в «младших» моделях продуктовой линейки), более доступная цена по сравнению с европейскими брендами и более высокое качество по сравнению с азиатскими, а также хорошая сервисная и информационная поддержка продукции на российском рынке

зованный сервисный центр стартовым набором запасных частей, необходимым для немедленного начала работы, и проводя обучение специалистов.

И отопление, и водоснабжение

Особенностью нового настенного газового настенного котла Haier, входящего в серию M и предназначенного для объектов с поквартирным отоплением, является ассиметричная настройка мощности. Выходная мощность для отопления составляет 11,97 кВт, что позволяет котлу эффективно работать в стандартных квартирах площадью от 30 до 120 м² без специальных перенастроек газового клапана. Это позволяет на 30% снизить потребление газа при отоплении многоквартирного дома, что даёт заметную экономию средств. В режиме горячего водоснабжения котёл развивает мощность до 16 кВт, обеспечивая выход горячей воды 9,5 л/мин.

Котёл имеет компактные размеры, что позволяет устанавливать его в небольших помещениях. Управление агрегатом — механическое, с помощью потенциометров на передней панели.

В конструкции котла применены высококачественные материалы: теплообменник выполнен из первичной меди, гидравлическая группа — из латуни, горелка — из нержавеющей стали, трубопроводы — из меди. ●

www.haier.com/ru



Максимальный уровень комфорта в жару и холод помогут обеспечить цифровые манометрические коллекторы Testo

Весенне-летний сезон характерен желанием большинства собственников жилья улучшить условия своего проживания. Так, например, наступление жарких месяцев даёт импульс к увеличению спроса на покупку и установку кондиционеров. Перед владельцами загородных домов, не имеющих возможности подключения к газовой магистрали, но желающих иметь полноценное отопление, горячее водоснабжение и систему охлаждения воздуха в помещениях дома, встаёт непростая задача выбора и приобретения оборудования, обеспечивающего в полной мере условия комфортного проживания.

На сегодняшний день самым дешёвым энергоносителем в России является природный газ, с этим связано желание владельцев загородной недвижимости подключиться к системе газораспределения. Огромные сложности создания технических условий на «врезку» в магистраль с природным газом делают покупку тепловых насосов всё более популярной в России. Тепловой насос — это альтернатива существующим отопительным системам и идеальное решение для создания комфортных условий в частном доме. С помощью теплового насоса можно зимой отапливать дом, а летом — охлаждать, при этом горячей водой можно будет пользоваться круглогодично.

Основным преимуществом применения теплового насоса является его энергоэффективность, безопасность и долгий срок эксплуатации. Тепловой насос имеет высокий коэффициент преобразования низкопотенциальной тепловой энергии (COP = 3–5, сокращение от Coefficient Of Performance): на 1 кВт затраченной электроэнергии выделяется в среднем 5 кВт тепла.

Наиболее выгодным решением для собственников коттеджей с существующей системой отопления на электрических или дизельных котлах, стремящихся в разы снизить свои расходы на энергоносители, является установка воздушных тепловых насосов («воздух–вода»). Принцип работы воздушного теплового насоса заключается в переносе и преобразовании тепла из окружающего воздуха в систему отопления за счёт электроэнергии. У воздушного теплового насоса широкие возможности по автоматизации и интеграции в существующую систему, при этом отсутствует необходимость нарушения ландшафта и внутреннего интерьера дома.

Монтаж, запуск в эксплуатацию воздушных тепловых насосов, состоящих из наружного и внутреннего блоков, и контроль основных параметров схожи с процессом установки сплит-систем кондиционирования.

В устройстве тепловых насосов, как и в холодильной машине, можно выделить четыре главных элемента: конденсатор, испаритель, компрессор и дросселирующее устройство.

Самым распространённым рабочим веществом в воздушных тепловых насосах является хладагент R410A с температурой кипения $-51,4^{\circ}\text{C}$ при нормальном атмосферном давлении. Хладагент, находящийся в замкнутой системе теплового насоса, в результате работы компрессора периодически меняет своё агрегатное состояние с жидкого на парообразное. Для того чтобы жидкий хладагент кипел, превращаясь в пар, поглощая из окружающего воздуха тепло, в теплообменнике необходимо создать давление, при котором температура фазового перехода будет ниже, чем температура окружающего воздуха. И, наоборот, парообразный хладагент будет отдавать тепло воздуху,

Наиболее выгодным решением для собственников коттеджей с системой отопления на электрических или дизельных котлах, стремящихся в разы снизить свои расходы на энергоносители, является установка воздушных тепловых насосов

превращаясь в жидкость, если создать давление, при котором температура фазового перехода будет выше температуры воздуха. Температура фазового перехода (испарения или конденсации жидкости) зависит от давления, при котором происходит этот процесс. В данном случае прослеживается нелинейная и монотонная зависимость — чем больше давление, тем выше температура фазового перехода. Основными местами, в которых нужно контролировать температуру и давление хладагента, является магистральная линия высокого давления на выходе из компрессора и магистраль низкого давления на входе в компрессор.

Измерив температуру контактным термометром на выходе из испарителя, а манометром давление на всасывающей линии компрессора, расчётным методом можно получить значение по «перегреву» пара. Следует отметить, что для повышения эффективности нужно стремиться к заполнению испарителя максимальным количеством хладагента, как можно больше уменьшая перегрев, но при этом не допуская гидравлического удара, который может возникнуть при попадании жидкого хладагента в компрессор. Проведя измерения давления на нагнетающей магистрали компрессора и температуры на выходе из конденсатора, можно определить значения «переохлаждения» жидкости. По величине перегрева и переохлаждения судят о недостатке или избытке хладагента, находящегося в системе. Точные измерения будут также необходимы при увеличении расстояния между месторасположением наружного и внутреннего блока теплового насоса, так как поставляемые комплекты рассчитаны на определённую длину магистрали, и в этом случае необходимо будет добавлять хладагент в систему. Во избежание поломки дорогостоящего оборудования перед запуском воздушного теплового насоса (сплит-системы) в эксплуатацию необходимо произвести тест на герметичность (опрессовку) и вакуумирование. Исходя из общих технических требований СТО НОСТРОЙ 2.23.1-2011 «Монтаж и пусконаладка испарительных и компрессорно-конденсаторных блоков бытовых систем кондиционирования в зданиях и сооружениях», тест на герметичность следует проводить сухим газообразным азотом, соответствующим ГОСТ 9293, с точкой росы не более 40 °С.

Тест проходит в три этапа с увеличением давления на каждом этапе. Общая продолжительность теста может составлять 24 часа. За время проведения теста на герметичность температура и давление в подводящих магистралях могут измениться. Определить была ли утечка азота можно по величине давления и окружающей температуры. Согласно закону Шарля отношение давления и температуры в начале и в конце проведения теста должно оставаться неизменным при отсутствии утечек. При обнаружении утечек их необходимо устранить и провести тест на герметичность заново.

Вакуумирование лучше проводить двухступенчатым вакуумным насосом, позволяющим обеспечить более глубокий вакуум, чем одноступенчатые вакуумные насосы. Рекомендуемое время проведения вакуумирования может



❖ Измерение вакуума с помощью с testo 557

длиться до 18 часов. При этом остаточное давление нужно контролировать при помощи вакуумметра, и оно должно соответствовать значениям, рекомендованным производителем оборудования для данного типа хладагента. Превышение рекомендованных значений по остаточному давлению в магистралях говорит о наличии неконденсирующихся примесей и остатков влаги, от которых необходимо избавиться.

Правильное проведение монтажных и пусконаладочных работ обеспечит бесперебойную работу установленного оборудования на долгие годы. По заверении

Цифровые манометрические коллекторы являются многофункциональными приборами для запуска в эксплуатацию тепловых насосов и систем кондиционирования воздуха

ям ведущих производителей воздушных тепловых насосов, срок их службы превышает 20-летний рубеж.

Для решения задач по запуску в эксплуатацию, сервисного обслуживания тепловых насосов, холодильного оборудования, бытовых и промышленных систем кондиционирования воздуха идеально подходят цифровые манометрические коллекторы. Одними из самых востребованных на рынке РФ, в связи с надёжностью приборов и, в то же время, инновационностью технологий, являются коллекторы компании Testo. В 2015 году линейка продуктов была пополнена новыми манометрами testo 549, а также обновлёнными testo 550 и testo 557 с технологией Bluetooth и testo Refrigeration App для мобильных устройств.

Самым доступным по цене вариантом является манометрический коллектор testo 549. Этот прибор имеет двухходовой блок клапанов с увеличенным диапазоном измеряемого давления до 60 бар.

Ресурс батареи позволит проводить измерения до 250 часов. Металлическое обрамление дисплея и резиновый корпус делают прибор ещё более прочным. В памяти testo 549 заложено 60 наиболее распространённых хладагентов, благодаря этому прибор в автоматическом режиме производит расчёт перегрева и охлаждения. Для сокращения погрешностей измерений температуры (на поверхностях труб) в приборе предусмотрено использование коэффициента поверхностной компенсации, что позволяет сократить погрешности измерений при использовании поверхностных зондов температур. Более удобно с testo 549 проводить тест на герметичность с температурной компенсацией при помощи подключаемого высокоточного температурного зонда воздуха.

У манометрического коллектора testo 550, в дополнение к техническим возможностям testo 549, имеется встроенный Bluetooth-модуль, который обеспечивает соединение с мобильным устройством на расстоянии до 20 м. Благодаря бесплатному приложению testo Refrigeration, созданному для смартфонов и планшетов, работающих на Android и iOS, можно получать измеренные значения в режиме реального времени. Данные измерений

приходят в виде графика или табличных данных (по желанию) с частотой измерения в две секунды, также на дисплее мобильного устройства могут отображаться расчётные данные по перегреву и охлаждению. Эти данные измерений можно сохранять в виде файлов формата PDF или CSV и передавать их сразу же по электронной почте. Помимо этого, с помощью мобильного приложения можно

обновлять список хладагентов, а наиболее часто используемые хладагенты добавлять в список избранного для быстрого доступа.

Обновлённый testo 557 имеет четырёхходовой блок клапанов и, обладая всеми преимуществами предыдущих манометрических коллекторов testo, позволяет с высокой точностью производить вакуумирование системы. Для этой цели



•• Манометрический коллектор testo 550

В 2015 году линейка продуктов была пополнена новыми манометрами testo 549, а также обновлёнными testo 550 и testo 557 с технологией Bluetooth и testo Refrigeration App для мобильных устройств



•• Бесплатное приложение testo Refrigeration, созданное для смартфонов и планшетов, работающих на Android и iOS

в testo 557 используется высокоточный внешний зонд вакуума с датчиком Пирани с диапазоном измерения вакуума от 0 до 20 000 микрон и с разрешением от одного микрона. В testo 557 имеется встроенный сенсор абсолютного давления для измерения атмосферного давления для учёта полученного значения в расчётах, что обеспечивает более высокую точность, в особенности в диапазоне низкого давления.

Таким образом, манометрические коллекторы производства компании Testo являются многофункциональными приборами для запуска в эксплуатацию тепловых насосов и систем кондиционирования воздуха, способными раскрыть весь их потенциал, тем самым обеспечив максимальный уровень комфорта в любое время года с минимальными затратами на энергоносители. ●

К выбору системы водяного отопления в многоэтажных жилых домах

В данной статье авторы показывают, что на текущий момент назрела необходимость выполнения технико-экономического расчёта для определения целесообразности проектирования систем отопления с поквартирным учётом тепловой энергии в многоэтажных жилых домах, располагаемых в первую очередь в южных районах.

В советское время большинство многоэтажных жилых домов строилось на средства государства, а население, как правило, получало квартиры бесплатно. С целью сокращения стоимости строительства системы отопления в таких домах предусматривались вертикальные однотрубные, в основном, с различными схемами приборных узлов [проточные, с центральным и со смещённым замыкающим участком и краном регулирующим проточным (КРП), проточно-регулируемые с трёхходовыми кранами (КРТ)] и двухтрубные с кранами двойной регулировки (КРД) [1, 2]. В таком случае обычно в одной квартире от трёх до семи и более стояков системы (рис. 1).

Если высоту этажа принять равной 3 м, то в однотрубных системах общая длина стояков из стальных труб с условным диаметром 20–32 мм может составлять 9–21 м, а в двухтрубных системах — в два раза больше, но меньшего диаметра. Длина подводок к отопительным приборам диаметром 15 мм может составить ориентировочно 6–14 м. Позднее начали устанавливать домовые теплосчётчики для учёта потребляемой тепловой энергии, расходуемой на отопление, и для оплаты за потребляемую тепловую энергию пропорционально площади каждой квартиры, что не совсем корректно.

До 1995 года сопротивление теплопередаче наружных ограждений $R_{о}^{нп}$ практически принималось не менее требуемой величины, определяемой по формуле [3], исходя из обеспечения нормируемого температурного перепада $\Delta t_{н}$ между температурой внутреннего воздуха $t_{в}$ и температурой внутренней поверхности наружного ограждения (до изменения 3 в 1995 году [3]) при расчётной зимней температуре наружного воздуха $t_{н}^p$ (табл. 1).

До 1995 года сопротивление теплопередаче наружных ограждений принималось не менее требуемой величины, определяемой по формуле из [3], исходя из обеспечения нормируемого температурного перепада между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности наружного ограждения

Как известно, с 1995 года СНиП 11-3-79* [3], позднее СНиП 23-02-2003 [4] и СП 50.13330.2012 [5] предусмотрено увеличение приведённого сопротивления теплопередаче $R_{о}^{нп}$, как в связи с уменьшением нормируемого перепада $\Delta t_{н}$, так и, в основном, с определением сопротивления теплопередаче в зависимости от градусо-суток района строительства (исходя из условий энергосбережения). При принятии приведённого сопротивления теплопередаче наружной стены $R_{нс}^{нп}$, на примере города Москвы, в зависимости от градусо-суток его значение становится больше чем в три раза, а заполненных световых проёмов $R_{ок}^{нп}$ — в 1,1 раза (табл. 1).

Следовательно, при выполнении только этого требования расчётные удельные тепловые потери q через наружные вертикальные ограждения современных жилых домов при коэффициенте остекления 10 % будут меньше почти в 2,35 раза, при 40 % остеклении — в 1,5 раза и при 70 % остеклении — в 1,23 раза (табл. 2). И, как следствие, должна быть меньше стоимость систем отопления в связи с уменьшением общей площади поверхности отопительных приборов и диаметров труб стояков и магистралей:

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

$$K_{ок} = 1/R_{ок}^{нп}, K_{нс} = 1/R_{нс}^{нп},$$

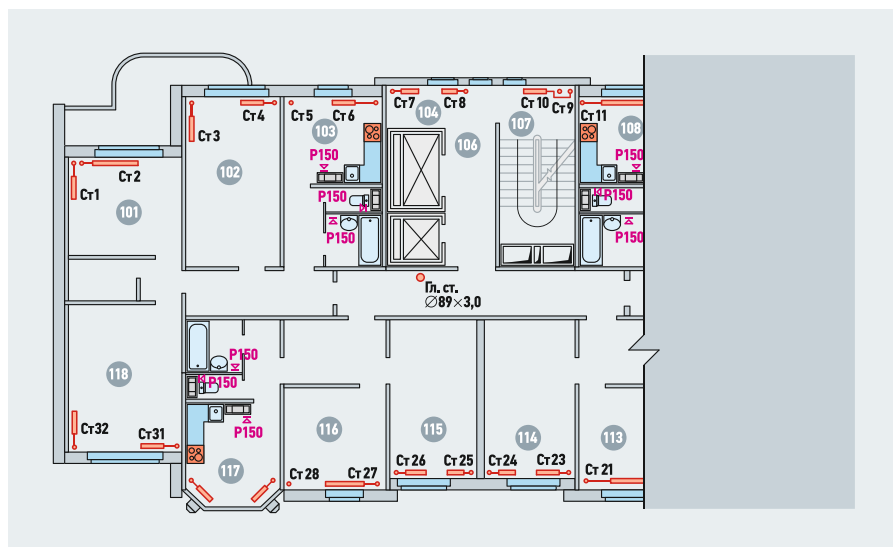


Рис. 1. План однотрубной вертикальной системы отопления

Теплотехнические показатели наружных ограждений зданий в Москве и Московской области

табл. 1

Показатели	Наружная стена	Окно, балконная дверь	Покрытие	Перекрытия чердачные	Перекрытия над проездами	Перекрытия над холодными подпольями, подвалами	Примечание
1. Нормативный температурный перепад Δt_n, °C							
1.1. До изменений 3	6	–	4	4	2	2	При $t_{в} = 20\text{ °C}$; $t_{рн} = -25\text{ °C}$; $t_{оп} = -2,2\text{ °C}$; $Z_{оп} = 205\text{ суток}$;
1.2. С учётом изменений 3	4	–	3	3	2	2	
2. Минимальное приведённое сопротивление теплопередаче, $m^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$							
2.1. До изменений 3, 4	0,92	0,42	1,38	1,24	2,76	2,76	ГСОП = 4551 градусо-суток
2.2. С учётом изменений 3, 4 по формуле (1) / из условия энергосбережения (2-й этап)	1,38 / 2,99	– / 0,46	1,84 / 4,48	1,66 / 3,95	2,76 / 4,48	2,76 / 3,95	

где $K_{ок}$, $K_{нс}$ — коэффициенты теплопередачи заполнений световых проёмов и наружной стены, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$; β — коэффициент остекления наружной стены, выражающий отношение площади заполнений световых проёмов к общей площади вертикального наружного ограждения.

Значения удельных тепловых потерь q в скобках даны при сопротивлении теплопередаче наружной стены и окна до изменения 3 по [3].

Представленные в таблице изменения тепловых потерь q при современных требованиях к сопротивлению теплопередаче наружных стен, а также покрытий, подтверждают нецелесообразным проектирование многоэтажных жилых домов и ряда общественных зданий с повышенной площадью остекления.

В последние 10–12 лет в соответствии с [6, 7] в жилых многоквартирных домах,

кроме терморегулирующих клапанов перед отопительными приборами, требуется предусматривать коммерческий учёт расхода теплоты в системах внутреннего теплоснабжения на дом, а также учёт и регулирование расхода теплоты в каждой квартире. В домах с вертикальной разводкой системы отопления требуется предусматривать поквартирный учёт расхода теплоты (установка радиаторных распределителей теплоты и других аналогичных устройств).

Для гидравлической увязки в системах отопления стали применять балансировочные ручные и автоматические вентили и клапаны. В части достижения увязки самыми неудачными можно считать двухтрубные водяные системы с тупиковым движением и нижним расположением подающей и обратной магистралей.

Горизонтальные системы отопления с поквартирным учётом тепловой энер-

гии принципиально отличаются от ранее проектируемых.

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

В пределах квартир стояки отсутствуют, но значительно увеличивается длина горизонтально прокладываемых труб поквартирной системы отопления, особенно при веерной схеме присоединения отопительных приборов. Кроме того, в верхней части каждого отопительного прибора необходимо устанавливать дополнительно краны Маевского или воздухоотводчики для удаления воздуха из системы отопления. Суммарная длина полимерных изолированных труб с условным диаметром 12–14 мм при четырёх-семи приборах в квартире и веерном присоединении отопительных приборов может достигать 50–80 м. К тому же стоимость прокладки полимерных изолированных труб в конструкции пола дороже открытой прокладки вертикальных стальных труб. Значительную долю общей стоимости системы составляет квартирный шкаф с запорно-регулирующей арматурой и приборами.

Разрабатываются и системы отопления с поквартирным учётом тепловой энергии с присоединением их к стояку по двухступенчатой схеме, то есть с установкой поэтажного коллекторного модуля (распределительного шкафа) и квартирных коллекторов (шкафов), присоединяемых к модулю (рис. 2).

В таких системах часть труб прокладывается в межквартирных коридорах. На рис. 1 и 2 представлены планы вертикальной и горизонтальной системы отопления по материалам Московского представительства фирмы Herz.

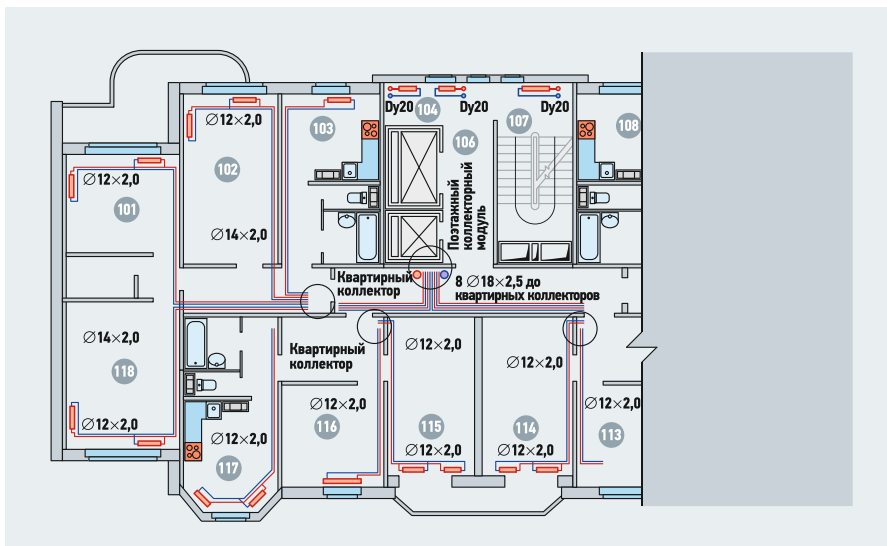


Рис. 2. План системы отопления с поквартирным учётом тепловой энергии

Изменения удельных тепловых потерь

табл. 2

Коэффициент остекления β , %	Сопротивление теплопередаче		Значения удельных тепловых потерь q	
	$R_{ок}^{пр}$, ($m^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$)	$R_{нс}^{пр}$, ($m^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$)	$\text{Вт}/\text{м}^2$	%
0,1 (10)	0,46 (0,42)	2,99 (0,92)	0,518 (1,216)	100 (100)
0,2 (20)	0,46 (0,42)	2,99 (0,92)	0,701 (1,345)	135 (121)
0,4 (40)	0,46 (0,42)	2,99 (0,92)	1,069 (1,604)	206 (132)
0,5 (50)	0,46 (0,42)	2,99 (0,92)	1,252 (1,733)	242 (142)
0,7 (70)	0,46 (0,42)	2,99 (0,92)	1,619 (1,992)	312 (164)

Климатические параметры холодного периода года*

табл. 3

Населённый пункт	$t_{н5}^1, ^\circ\text{C}$	$t_{от.п.}^2, ^\circ\text{C}$	$t_{хм}^3, ^\circ\text{C}$	$Z_{от.п.}^3, \text{сут.}$	$Z_o^4, \text{сут.}$	$\Phi_{хм}^5, \%$	$v_n^6, \text{м/с}$	ГСОП ⁷	Зона влажности
Архангельск	-33 (-35)	-4,5	-13,6	250	176	86	3,4	6125	Влажная
Астрахань	-21 (-23)	-0,8	-4,8	164	103	83	3,8	3411	Сухая
Воркута	-41 (-43)	-9,1	-20,6	306	239	81	10,1	8905	Нормальная
Грозный	-17 (-20)	0,9	-2,2	159	83	87	3,8	3037	Сухая
Махачкала	-13 (-17)	2,7	0,6	144	—	84	5,1	2491	Влажная
Москва	-25 (-29)	-2,2	-7,8	205	147	83	2,0	4551	Нормальная
Мурманск	-30 (-32)	-3,4	-10,5	275	189	84	5,6	6435	Влажная
Омск	-37 (-38)	-8,1	-17,2	216	165	80	2,8	6070	Сухая
Орел	-25 (-26)	-2,4	-7,8	199	135	84	4,7	4458	Нормальная
Пермь	-35 (-36)	-5,5	-13,9	225	161	82	3,4	5738	Нормальная
Смоленск	-25 (-26)	-2,0	-7,5	209	136	86	3,9	4598	Нормальная
Сочи	-2 (-3)	6,2	3	94	0	72	2,5	1297	Влажная
Ялта	-7 (-8)	5,1	3,9	119	—	72	5,9	1773	Влажная

* Ряд населённых пунктов России. Примечания: 1. Температура наружного воздуха при обеспеченности 0,92 и 0,98 (в скобках). 2. Средняя температура самого холодного месяца. 3. При средней суточной температуре наружного воздуха $\leq 8^\circ\text{C}$. При температуре $\leq 10^\circ\text{C}$ продолжительность стояния температуры больше на 15–20 суток. 4. Продолжительность стояния температуры наружного воздуха $\leq 0^\circ\text{C}$. 5. Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца. 6. Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь. 7. Значения ГСОП определены при $t_n = 20^\circ\text{C}$.

Намечается опробование новых «умных» теплосчётчиков со сбором показаний по отдельной квартире и всему дому и рассылкой их собственникам, ТСЖ или управляющим компаниям.

Следует отметить, что в жилых домах с системами отопления с поквартирным учётом квартиры приобретают, как правило, без внутренней отделки. В этом случае по предложению владельца квартиры

нередко происходит замена и отечественных отопительных приборов [8], и других элементов системы. В отдельных случаях устраивают дополнительно тёплые полы. К тому же, требуется более квалифицированное обслуживание контрольно-измерительных приборов и арматуры. Вызывает определённое неудобство и удаление теплоносителя из системы отопления с помощью сжатого воздуха.

В итоге горизонтальные системы отопления с поквартирным учётом тепловой энергии в современных жилых домах с меньшим потреблением тепловой энергии на отопление значительно дороже обычных вертикальных (в экономическом и энергетическом отношении).

Экономия тепловой энергии на отопление домов вряд ли окупится в течение восьми-десяти лет за счёт использования приборов контроля, регулирования и учёта, несмотря на то, что большая часть территории России в современных границах относится к Северной строительно-климатической зоне, которая характеризуется суровой и длительной зимой, обуславливающей максимальную

Экономия тепловой энергии на отопление домов вряд ли окупится в течение восьми-десяти лет за счёт использования приборов контроля, регулирования и учёта

теплозащиту зданий и сооружений от продувания сильными ветрами и повышенной относительной влажности наружного воздуха особенно в приморских районах, большой продолжительностью отопительного периода, низкими значениями средней температуры воздуха наиболее холодных пятидневок при обеспеченности 0,92 и 0,98 и за отопительный период при средней суточной температуре наружного воздуха $\leq 8^\circ\text{C}$.

Имеются районы и с мягким, тёплым климатом, в которых отопительный период сравнительно меньше (табл. 3).

Из всего изложенного вытекает необходимость выполнения технико-экономического расчёта для определения целесообразности проектирования систем отопления с поквартирным учётом тепловой энергии в многоэтажных жилых домах, располагаемых в первую очередь в южных районах. ●

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

А.Э. ШУСТРОВ, главный инженер ООО «Северо-Западная Ресурсосберегающая Компания»:

— В многоквартирных домах удельное потребление теплоты на отопление отличается в отдельных квартирах незначительно. Исключение могут составить характерные (в частности, угловые) квартиры, где удельное потребление теплоты на отопление будет выше (с большой площадью наружных стен; расположенные на нижнем и верхнем этажах) или ниже (с малой площадью наружных стен; находящиеся на промежуточных этажах — смежные по вертикали с другими квартирами). При этом квартиры с высоким удельным теплопотреблением экранируют от воздействия наружного воздуха остальные, и это является обоснованием распределения затрат на теплоснабжение дома между жильцами пропорционально площади квартир. Квартиры, которые содержатся в неудовлетворительном состоянии (остекление окон, трубы, отопительные и сантехнические приборы), что вызывает неоправданные потери теплоты при воздухообмене или из-за намокания ограждающих конструкций, могут выявляться без индивидуальных УУТЭ. Воздействовать на жильцов таких квартир можно в соответствии с Гражданским кодексом РФ. Конечно, стоимость сэкономленных средств, благодаря учёту расхода любого ресурса (или энергоносителя), должна быть больше затрат на учёт этого ресурса (или энергоносителя) и связанных с учётом дополнительных затрат и издержек. В случае поквартирного учёта потребления теплоты каждый владелец будет нести затраты по эксплуатации УУТЭ и дополнительные затраты по плановому (и аварийному) ремонту труб системы отопления в пределах своей квартиры, связанные с увеличением длины этих труб в несколько раз.

Замечу, что поставщик тепловой энергии от поквартирного учёта также ничего не игнорирует (расчёты проводятся по показаниям общедомового УУТЭ). Экономии тепловой энергии в масштабах страны это тоже не даёт (существенная экономия лежит в сфере промышленности), а ресурсы на данный учёт производителями счётчиков и организациями проектирующими и монтирующими УУТЭ затрачиваются. Напрашивается сравнение с переводом времени с летнего на зимнее.

1. Внутренние санитарно-технические устройства: Справ. проект. Ч. 1. Отопление, водопровод, канализация. — М.: Стройиздат, 1975.
2. Сканава А.Н. Конструирование и расчёт систем водяного и воздушного отопления зданий. — М., Стройиздат, 1983.
3. СНиП 11-3-79*. Строительная теплотехника.
4. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
5. СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий».
6. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
7. СП 60.13330.2012 «СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
8. Крупнов Б.А., Крупнов Д.Б. Отопительные приборы, производимые в России и ближнем зарубежье. Изд. 4-е. — М.: Изд-во АСВ, 2015.



Методы повышения эффективности централизованных систем теплоснабжения. Часть II*

Создавая правила важно точно обозначить цели, которые должны быть достигнуты, и создать инструментарий (систему показателей) для отслеживания движения к поставленным целям. Перечислим эти самые цели. Первая из них...

Существует распространённое мнение, что любая игра получается такой, каковы её правила. Если на футбольное поле вывести баскетболистов, предварительно объяснив им правила игры, то через некоторое время баскетболисты будут играть в футбол, может, не так хорошо, как профессиональные футболисты, но именно в футбол, а кто станет пытаться играть в баскетбол (нарушать футбольные правила), будет удалён с поля судьёй.

Автор убеждён — отсутствие видимых результатов в вопросах повышения эффективности централизованного теплоснабжения в нашей стране не есть вина инженеров и менеджеров работающих в отрасли, причина здесь кроется в «правилах игры», утверждённых властью. Что и как следует менять в правилах для повышения эффективности ЦТ, я подробно рассматривал в книге [1].

Создавая правила важно точно обозначить цели, которые должны быть достигнуты и создать инструментарий (систему показателей) для отслеживания движения к поставленным целям. И, разумеется, нужен рефери — для удаления

с поля игроков, нарушающих правила. Перечислим эти самые цели повышения эффективности систем централизованного теплоснабжения (ЦТ). Получение справедливой цены на тепловую энергию (потребитель способен и готов платить, поставщик получает достаточно средств для ведения бизнеса), рациональное использование невозобновляемых природных ресурсов (снижение негативного влияния отрасли теплоснабжения на окружающую среду). Также важно достижение показателей эффективности использования тепловой энергии, сопоставимых с уровнем ведущих стран мира (дополнительный вопрос — в каких единицах будем измерять эффективность).

Не менее важно изначально обозначить принципы, применяя которые планируется двигаться к поставленным целям — это ничто иное, как принципы повышения эффективности систем ЦТ. К ним относятся баланс экономических интересов субъектов системы ЦТ (потребители, источники и сети тепловой энергии, хозяйствующие субъекты, местные органы власти); объективный



Автор: И.В. КУЗНИК

* Данный материал развивает тему, поднятую автором в журнале С.О.К. №4/2015.

(приборный) учёт тепловой энергии от источника до конечного потребителя; система объективной статистики о показателях эффективности объектов производящих, транспортирующих и потребляющих тепловую энергию. Также принципиальным моментом является принятие запретительных мер на использование неэффективных технологий и оборудования в системах теплоснабжения и стимулирование собственников объектов ЦТ к повышению энергоэффективности объектов.

Существует две принципиальные возможности управлять любыми процессами, в том числе энергоэффективностью и энергосбережением (рациональным использованием ресурсов): «сверху», путём использования административного ресурса, и «снизу» — путём организации экономических и правовых механизмов, создающих стимулы к эффективному и рациональному использованию ресурсов. На практике же необходим симбиоз между этими возможностями.

Что сегодня мешает эффективно применять административный принцип управления системами ЦТ? Как минимум, это отсутствие простых и понятных управленцам и администраторам критериев (показателей) и нормативов эффективности производства, транспортирования и потребления тепловой энергии.

Что же сегодня мешает эффективно применять второй принцип управления? Опять же, как минимум, отсутствие у собственников объектов (элементов) систем ЦТ мотивов к повышению их эффективности (даже само понятие — эффективность системы централизованного теплоснабжения, чётко не сформулировано и не раскрыто) и образовательных программ по энергоэффективности и управлению направленных на специалистов разных уровней, включая простых граждан. Кроме того, сложность и разбалансированность правил (норм) в отрасли крайне усложняет возможность проведения мероприятий по повышению эффективности по инициативе собственников объектов ЦТ.

Автор убеждён — не существует таких сложных проблем, которые не имеют простых решений. И можно повториться — управлять процессом можно и нужно через применение запретительных норм (по принципу «*делай, как я сказал*»). Такими нормами являются прямые требования, содержащиеся в нормативных актах соответствующего уровня (технические регламенты и т.д.). В ранг правила должна быть возведена и стандартизация. Подразумевается,



что бытовое и промышленное оборудование для производства, транспортирования и потребления тепловой энергии должно быть соответствующим образом стандартизировано и промаркировано (при реализации данного мероприятия необходимо соблюсти гармонизацию с нормами, принятыми в Европейском Союзе, желательно путём аутентичного перевода соответствующих стандартов).

Отсутствие видимых результатов в вопросах повышения эффективности централизованного теплоснабжения в нашей стране не есть вина инженеров и менеджеров работающих в отрасли, причина здесь кроется в «правилах игры», утверждённых властью

Не обойтись и без норм (нормативов) энергоэффективности производства, транспортирования и потребления тепловой энергии. А именно — должны быть установлены предельные значения нормативных показателей энергоэффективности производства, транспортирования и потребления тепловой энергии, а также создан механизм, подвигающий собственника к модернизации оборудования превышающего нормативные показатели энергоэффективности. Должны быть утверждены нормативы экономической эффективности предприятий производящих и транспортирующих тепловую энергию. Автор предлагает ввести нормативы на долю топлива, электрической энергии, фонд оплаты труда (ФОТ),

налогов и прибыли в цене тепловой энергии. Кроме того, автор считает, что необходимо нормировать и количество тепловой энергии, выработанной (транспортированной) на одного сотрудника за год, а также среднюю зарплату сотрудников компании, производящей/транспортирующей тепловую энергию.

Эффективным методом управления является прямое финансирование мероприятий по повышению энергоэффективности за счёт бюджетов разных уровней. Из этих источников могут стимулироваться мероприятия по повышению энергоэффективности и на объектах, не принадлежащих соответствующему государственному образованию. Чтобы такое финансирование было эффективным (все мы знаем, какова у нас сегодня эффективность вложения бюджетных средств) и не мешало конкуренции на рынке оборудования и услуг, необходимо соответствующим законодательным органом утвердить «Перечень мероприятий и оборудования для софинансирования из бюджета». Перечень должен представлять собой список мероприятий и/или оборудования, подлежащих софинансированию из бюджета (установка счётчиков тепла или замена старых окон, внедрение систем рекуперации воздуха и т.д.), а также перечень категорий лиц, имеющих право на частичную компенсацию затрат из бюджетных средств. В соответствующем бюджете следует предусмотреть статью расходов на каждое мероприятие и выделить определённые средства на следующий бюджетный период. Необходимо определить уровень участия бюджетными средствами для стимулирования по мероприятиям.

В любом случае уровень (доля) стимулирования не должна превышать 50% от стоимости мероприятия. Лицо, имеющее право на компенсацию, выполняет мероприятие за собственные средства и представляет в уполномоченный орган документы, подтверждающие затраты, после чего исполнителю должны быть перечислены из бюджета деньги на лицевой счёт. Если выделенные по статье на этот бюджетный период средства закончатся, лицо имеет право на получение денег в следующем бюджетном периоде, но уже в размере стимулирования, определённом уже на следующий бюджетный период.

По вопросу административного регулирования хочу привести яркий пример — в Финляндии почти 50% теплоснабжения централизовано, и при этом нет специального законодательства в области централизованного теплоснабжения, то есть можно эффективно управлять отраслью, даже не имея федерального специального законодательства.

Необходимо законодательно создать возможность гражданам и юридическим лицам, заинтересованным в проведении мероприятий по повышению энергоэффективности, оперативно «выигрывать» споры у лиц, не заинтересованных в проведении подобных мероприятий.

Очень действенным инструментом управления отраслями экономики является налогообложение. В Финляндии существует налог на производство тепловой энергии из ископаемых видов топлива. Этот налог снижается на 50%, если выработка тепловой энергии происходит на тепловых электростанциях (комбинированная выработка) и налог обнуляется, если на станциях используется биотопливо. Поэтому большинство котельных модернизируются в ТЭЦ и переходят на возобновляемое топливо.

В США, например, потребитель энергоресурсов жёстко «стимулируется» к энергоэффективному хозяйствованию. Потребитель либо выполняет требования соответствия нормативным показателям по энергоэффективности, либо платит штрафы. Согласно федеральному закону в США существует структура агентств по энергосбережению, разрабатываются программы финансирования и поощрения энергоэффективности. Каждый потребитель, не выполняющий соответствующие требования к уровню энергоэффективности, обязан разработать и согласовать с агентствами план повышения эффективности использования предоставляемых ему энергоресурсов.

Не менее жёстко вопросы энергоэффективности регулируются и на уровне



Евросоюза. Энергосбережение вменяется в обязанность поставщикам энергоресурсов. Каждый потребитель должен иметь план использования энергоресурсов согласованный уполномоченным органом. А если план не принят по причине их неэффективного использования, то потребитель будет платить налог в 10% от стоимости энергоресурса. Налог будет ежегодно возрастать на 10%, а по истечению трёх лет потребитель может быть совсем отключён от энергоснабжения. Кстати, этот специальный налог используется для формирования фонда, из которого финансируются мероприятия по повышению энергоэффективности.

Не менее жёстко вопросы энергоэффективности регулируются и на уровне ЕС. Энергосбережение вменяется в обязанность поставщикам энергоресурсов. Каждый потребитель должен иметь план использования энергоресурсов согласованный уполномоченным органом. А если план не принят по причине их неэффективного использования, то потребитель будет платить налог в 10% от стоимости энергоресурса

Крупные строительные компании обязаны ежегодно проектировать и строить не менее одного здания с повышенными показателями энергоэффективности в качестве пилотного образца.

На основе законов выделяются средства для льготного кредитования и софинансирования малого и среднего бизнеса производящего энергию на нетрадиционных видах топлива (ветер, солнце и др.). В американском штате Массачусетс

существует фонд финансирования энергосберегающих проектов формируется всеми потребителями энергоресурсов за счёт специального налога на потребляемые энергоресурсы. Производители и поставщики энергии обязаны поставить потребителям за каждый отчётный период определённый процент энергии, произведённой за счёт использования возобновляемых источников.

Ещё одна причина существования неэффективных систем ЦТ заключается в том, что потребители в нашей стране — заложники существующих правил, у них нет возможности отказаться от приобретения тепловой энергии по не устраивающей их цене.

Пример — в городе Малоярославец, где действует четырёхтрубное централизованное теплоснабжение, ГВС поставляется в многоквартирные дома (МКД) по трубам, отдельным от отопления. Напомню — в одном кубическом метре горячей воды содержится приблизительно 0,05 Гкал. Цены (2015 год): ГВС за 1 м³ — 138,00 руб.; ХВС за 1 м³ — 19,20 руб.; ЦТ за 1 Гкал — 1835,00 руб.; электричество за 1 кВт·ч — 3,66 руб.; газ за 1 м³ — 5,40 руб. Если бы ГВС делали с помощью индивидуального теплового пункта (ИТП), расположенного в МКД, то цена составила бы: 0,05×1835,0 + 19,2 = 100,95 руб. (цена при сложении цены тепловой энергии и ХВС), при условии подогрева воды от ЦТ.

Если бы ГВС делали при помощи гипотетического «электрического чайника», то цена составила бы:

$1163 \times 0,05 \times 3,66 + 19,20 = 232,03$ руб. (при условии «догрева» воды электрическим водонагревателем).

Стоимость газа составила бы: $110 \times 0,05 \times 5,40 + 19,20 = 48,90$ руб., если нагревать воду газовым водонагревателем.

Из этих расчётов следует вывод: цена за 1 м³ горячей воды не должна превышать 80,00 руб., потому что экономически выгоднее отключить централизованное ГВС и установить в квартире газовые водонагреватели (с учётом амортизации водонагревателя).

Возникают вопросы: «Предоставим ли мы право/возможность гражданам получить коммунальный ресурс за меньшую цену?», а также «Разрешим ли конкуренцию между источниками коммунальных ресурсов/услуг там, где это возможно?».

Нельзя сэкономить то, что не учтено. Крайне важно создать стройную и прозрачную систему учёта тепловой энергии. Энергоэффективность — это процесс, требующий наличия объективной информации для управления им. Не имея последней, мы не можем рассчитывать на эффективное управление процессом. Иными словами, нужен объективный учёт параметров потребления, транспортирования и производства энергоресурсов на основе измерений (показаний приборов). Для этого нужны стройные правила по организации такого учёта. Отсутствие учёта по определению обрекает процессы управления энергоэффективностью на неудачу.

Проблема организации объективного учёта тепловых ресурсов настолько сложна, что автор посвятил ей книгу [2]. Специалисты, которых интересует эта проблема, могут её прочесть. Попытаюсь коротко изложить решение задачи учёта в пределах этой статьи. К целям учёта относятся: создание условий выполнения требований российских законов для совершения товарно-денежных операций по продаже-покупке энергоресурсов, условий для оптимального потребления энергоресурсов (это и есть так называемая «экономия»; другими словами — стимулирование более рационального использования энергоресурсов), а также для достижения социальной справедливости (при приборном учёте каждый платит только за те энергоресурсы, которые он потребил, и это справедливо).

Следует отметить главную характеристику учёта — объективность. Именно «объективным», лишённым субъективной составляющей, не зависящим от конкретного человека, и в основе своей приборным, должен быть учёт.

Обязательно необходимо разделять понятия «учёт» и «измерение». Приборы (счётчики) выполняют измерения физических величин, а учётом следует назвать процедуру, которая обеспечивает подготовку платёжных требований на основе измеренного количества и качества ре-



сурсов (в нашем случае тепловой энергии). В процедуре учёта в целях получения баланса (для отдельных зданий) приходится начислять дополнительное количество ресурса («небаланс»), отнесённого на потребление для нужд общего имущества и распределённого между потребителями пропорционально общедолевой собственности на основе утверждённой методики.

Баланс — расчётная процедура, позволяющая уравнивать количество ресурса, измеренного (учтённого) при производстве или на вводе «куста», с суммой ресурсов, измеренных (учтённых) у потребителей на «кусте» за рассматриваемый период, путём применения коэффициентов. Баланс желателен рассчитывать на основании методик, согласованных (утверждённых) органами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии РФ. Баланс является инструментом, позволяющим подтвердить добротность измерений приборами на узлах учёта/измерений, а во многих случаях позволяет выявить утечки и несанкционированные подключения.

Измерение — это процедура определения количества потреблённых ресурсов путём применения средств измерений (СИ) и (или) методик выполнения измерений (МИ), в соответствии с Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 №102-ФЗ. Зачастую при отсутствии приборов или их выходе из строя используется метод, который следует называть «расчёт потреблённого ресурса». Это математическая процедура по определению количества потреблённого ресурса на основе предположений. Предвижу замечания оппонентов: «Каких предположений? Ведь есть нормы сопротивления теплопереда-

чи, таблицы энтальпии и т.д. И всё это совсем не предположения». Здесь под предположением следует понимать то, что мы предполагаем соответствие конкретного объекта (здания, стены, окна) этим довольно точным и корректным нормам и таблицам. Далее будем придерживаться этой, на мой взгляд, более корректной терминологии. Кстати, логичнее общепринятое название «узел учёта» заменить на «узел измерений», так как системы измерений, смонтированные на узле, выполняют только измерения.

27.12.2002 был принят Федеральный закон «О техническом регулировании» №184-ФЗ, и в нём предусмотрено предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей. По моему мнению, вопросы организации учёта и использование счётчиков подпадает под действие ст. 6.1 данного закона:

- предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей, в том числе потребителей;
- обеспечение энергетической эффективности и ресурсосбережения.

Постановление Правительства Российской Федерации «Правила коммерческого учёта тепловой энергии, теплоносителя» от 18.11.2013 №1034 содержит требование, согласно которому приборы для учёта тепла должны быть сертифицированы. В нём не сказано, какому стандарту (техническому регламенту) они должны соответствовать. Появление этих «новых» правил учёта практически ничего нового в правовое поле применения приборов учёта не внесло, а в определённой мере даже ухудшило положение с организацией приборного учёта тепла, как минимум усложнило процедуру организации учёта, следовательно, учёт стал дороже.

Необходимо обозначить, каким стандартам или техрегламентам должны соответствовать счётчики, предназначенные для организации учёта.

Необходимо также рассмотреть проблему манипуляций с метрологическими характеристиками приборов. Достаточно набрать в интернет-поисковике «магнит для...» и он услужливо продолжит «...остановки счётчика». Уровень манипуляций с показаниями счётчиков, а прямо говоря — мошенничеством — зашкаливает. Проблему можно решить, если определить, каким стандартам должны соответствовать приборы в обязательном порядке. Возможны послабления для счётчиков, установленных в местах общего пользования, но, если счётчик установлен в квартире, то, безусловно, такой прибор должен быть максимально защищён от возможности манипуляций с его показаниями.

За манипуляции с показаниями приборов учёта должно быть предусмотрено действенное наказание, вплоть до уголовной ответственности, ведь если называть вещи своими именами, то манипуляции с показаниями — это просто воровство.

Комплексное решение задачи по учёту энергоресурсов, возможно только в рамках принятия отдельного нормативного акта уровня федерального закона, посвящённого организации учёта коммунальных и энергетических ресурсов или соответствующей доработкой Федерального закона №261-ФЗ

В основе организации учёта должны лежать показания приборов учёта, а всю полноту ответственности за корректную работу приборов следует возложить на их производителей, разумеется, при условии безусловного выполнения требований производителя к монтажу и эксплуатации приборов. Обман и манипуляции с показаниями приборов учёта — массовое явление. В одном случае изменение показаний приборов выгодно потребителю, в другом — поставщику энергоресурсов, в третьем — монтажной организации. Бывает, что это выгодно и производителю приборов (знаю случаи, когда производитель прибора использовал возможность манипуляции с его показаниями, как аргумент маркетинга).

Поясним, почему автор предлагает возложить ответственность за органи-



зацию учёта именно на производителя прибора. Во-первых, производитель приборов единственный участник, который может обмануть всех, в том числе и так называемую «независимую сторону» — контролёров системы государственного надзора за системой учёта. Во-вторых, возложив ответственность на производителя, мы (общество) получаем союзника в деле объективного учёта. Зная о своей ответственности (производителю может быть предъявлен судебный иск за «кривые» измерения), производитель вынужден будет защитить себя. А механизм защиты фактически только один — изготавливать более качественные (метрологически) приборы, выпускать более качественную документацию на них (для монтажа и эксплуатации) и повышать требования со своей стороны к организациям, монтирующим и эксплуатирующим произведённую им технику. Производитель счётчиков придумает как защитить счётчик от возможных манипуляций, или по крайней мере, создаст механизмы позволяющие увидеть попытки манипуляций с показаниями приборов. В-третьих, роль государственных и других независимых экспертов в этом случае будет сведена только к экспертизе в спорных случаях. Таким образом, мы получим саморегулируемый механизм, позволяющий получать более достоверный (объективный) учёт.

Существует ошибочное мнение, что прибор (средство измерения) показывает действительное (истинное) значение физического параметра измеряемой среды, будь то температура, давление или расход. В действительности, получая результат измерений, мы можем говорить только о пределах погрешности, с которой измерена физическая величина. То есть, указывая значение результата измерений, мы подразумеваем, что некоторый процент нам не известен (не определён).

Можно сказать ещё проще: «Метрология — это когда мы договорились одинаково ошибаться». Отсюда следует вывод: измерять надо не как можно точнее, а с той погрешностью (неопределённостью), о которой мы договорились. К примеру, было время, когда нас устраивали квартирные счётчики электрической энергии с погрешностью 4%. Сегодня правила, действующие в РФ, требуют уже погрешность 2%. Это произошло потому, что научились делать примерно за ту же цену более точные счётчики. Кстати сказать — точность измерений не самоцель. При организации учёта всегда следует помнить, что организация учёта должна быть экономически целесообразна, а целью учёта, повторю, является объективность определения количества товара при совершении сделок купли-продажи.

Когда появились очень прогрессивные для своего времени правила учёта тепловой энергии («Правила учёта тепловой энергии и теплоносителя»), утверждены приказом Минтопэнерго РФ от 12.09.1995 №Вк-4936), в стране начался бум по установке счётчиков тепла. Но бизнесмены, которые устанавливали и производили счётчики, стали злоупотреблять теми возможностями, которые предоставили им правила. Они начали устанавливать приборы под лозунгом: установите счётчик и будете платить за тепло на 40% меньше. Но ведь понятно, что счётчик не средство экономии. Многие бизнесмены просто устанавливали приборы без предоплаты, оплата по договору производилась за счёт прибыли, которую должен получить потребитель в результате экономии, обещанной при установке счётчика.

Так бизнесмены стали заложниками своей политики, и в случаях, когда счётчики начинали показывать большие значения величин, чем хотелось, стали их подкручивать и подстраивать, чтобы по-

лучать «экономии». Дальше — больше, освоили выпуск счётчиков, которые были «обучены» в автоматическом режиме показывать не столько, сколько измерили, а «столько, сколько надо».

Со временем специалисты теплоснабжающих предприятий поднаторели и стали понимать, что их тепловые сети с помощью таких приборов просто обкрадывают. Мириться с тем, что отдельные, причём весьма известные и успешные, приборостроители создали систему, при которой теплоснабжающие организации несли потери, последние, конечно, не захотели и, в свою очередь, стали придумывать различные способы, как этому узаконенному воровству помешать. Всё это происходило потому, что правила учёта не выполняли необходимые функции, не соответствовали целям учёта.

Главное — это уяснить, зачем вообще нужны правила. Правила нужны не для того, чтобы указывать каждой из сторон, что и как нужно делать, для этого есть инструкции производителей приборов. В правилах должно быть определено, какую ответственность несут стороны за нарушения и препятствия организации учёта, кто и как наказывает за нарушения правил. Нужны такие правила учёта тепловой энергии, по которым можно будет договариваться по различным возникающим разногласиям, а в случае выявления факта не состоявшейся договорённости, быстро и неотвратимо должно наступить наказание стороны, использующей свои административные и другие ресурсы, действующей в ущерб целям учёта ресурсов.

Организация приборного учёта имеет важнейшее значение для эффективного использования тепловой энергии в масштабах страны. Попытки создать сбалансированное правовое поле для массовой объективной организации приборного учёта предпринимались и предпринимаются регулярно, но, к сожалению, не приводят к желаемому результату.

Происходит это по следующим причинам: не сформулированы цели организации учёта энергетических ресурсов, не определены показатели, которые отражают продвижение к целям, не созданы механизмы мотивации субъектов, принимающих решения по установке и надлежащей эксплуатации приборов, не распределена ответственность между субъектами, не определены и не практикуются санкции к субъектам, препятствующим внедрению приборного учёта или мошенничающим с показаниями приборов учёта.

Склоняюсь к мысли, что комплексное решение задачи по учёту энергоресурсов, возможно только в рамках принятия отдельного нормативного акта уровня федерального закона, посвящённого организации учёта коммунальных и энергетических ресурсов или соответствующей доработкой №261-ФЗ «Об энергосбережении...».

Вместо послесловия

Основная проблема, не позволяющая системно решать задачи повышения эффективности систем централизованного теплоснабжения в нашей стране, кроется в отсутствии стройных правил производства, транспортирования и потребления тепловой энергии, в постоянном их изменении в угоду отдельным субъектам, преследующим свои сиюминутные корыстные интересы. ●

1. Кузник И.В. Централизованное теплоснабжение. Проектируем эффективность. — М.: Изд-во МЭИ, 2008.

2. Кузник И.В. Российское теплоснабжение. Учёт и эксплуатация. — М.: Изд-во МЭИ, 2006.



Измеряя ощущения

Многофункциональный измерительный прибор testo 480 для оценки уровня комфорта и микроклимата в помещении

- Объективное, безошибочное и наглядное определение теплового комфорта
- Пошаговая программа измерения
- Измерение влажности воздуха, сквозняков и качества воздуха в помещении



Тепловые насосы в России: экономический аспект

В этой публикации автор на конкретном примере затрагивает экономический аспект внедрения тепловых насосов в России.

Специалисты в области реализации энергоэффективных решений с применением тепловых насосов отмечают, что в нашей климатической зоне из всех наиболее распространённых возобновляемых источников низкопотенциального тепла наиболее интересным видится использование энергии земли. Использование же энергии окружающего воздуха при совпадении климатически и технических «интересов» может тоже иногда дать весьма ощутимую экономическую выгоду от внедрения.

Любого заказчика, будь то частное лицо или организация, обязательно (и это предсказуемо) интересует экономический эффект от внедрения тепловых насосов: срок окупаемости проекта, стоимость эксплуатации, жизненный цикл оборудования, сервисное обслуживание.

Из преимуществ тепловых насосов можно выделить несколько важных аспектов:

- снижение эксплуатационных расходов в четыре-пять раз по сравнению с традиционными тепловыми генераторами (дизельные котлы, электрические котлы);

- снижение в четыре раза необходимой выделенной электрической мощности на отопление помещений и нагрев горячей воды;
- возможность использования оборудования не только для отопления и нагрева ГВС, но и для кондиционирования помещений в тёплое время года;
- возможность дистанционного мониторинга и управления работой системы;
- отсутствие обязательного дорогостоящего технического обслуживания;
- гарантийный срок — до семи лет (оборудование Stiebel Eltron).

Специалисты в области реализации энергоэффективных решений с применением тепловых насосов отмечают, что в нашей климатической зоне из всех наиболее распространённых возобновляемых источников низкопотенциального тепла наиболее интересным видится использование энергии земли



Автор: А.А. ПОПОВ, технический менеджер отдела «Тепловые насосы и системная техника» компании ООО «Штибель Эльтрон»

Конечно, информирование потенциального потребителя о плюсах использования тепловых насосов является очень важной задачей всех участников данного сегмента рынка. Ведь создание положительного образа оборудования помогает всем серьёзным производителям находить своего покупателя.

В то время как, по разным оценкам, европейский рынок тепловых насосов оценивается от сотен тысяч до миллиона реализованных установок, российский, по самым смелым оценкам, не превышает 1000 единиц оборудования. Причём, несмотря на небольшую ёмкость рынка, он достаточно неплохо насыщен производителями — это ведущие европейские бренды, российские и китайские производители.

Основными сдерживающими рост рынка факторами являются относительно невысокая стоимость эксплуатации газового магистрального оборудования (при зачастую очень высокой стоимости подключения) и отсутствие реально работающих программ поддержки и субсидирования конечного потребителя теплонасосного оборудования.

Однако рост тарифов при достаточно высокой стоимости подключения газа всё чаще подталкивает потребителя обратить внимание на тепловые насосы как на теплогенератор, компенсирующий тепловые потери зданий в зимний период времени.

В портфолио нашей компании за годы присутствия на российском рынке накопилось достаточное количество объектов, чтобы мы могли говорить об удачном экономическом эффекте от внедрения теплонасосного оборудования. Не скрою, что не всегда экономическая выгода от использования тепловых насосов ставится во главу угла при принятии решения — зачастую реализация технического решения с применением тепловых насосов является единственно возможным на объекте.

В качестве показательных объектов удобно рассмотреть автозаправочные комплексы ОАО «Лукойл» на объездной трассе города Нижний Новгород. Их примечательность заключается в том, что сравнивались два идентичных заправочных комплекса по обе стороны от трассы, только на одном, «энергоэффективном», был реализован ИТП с использованием тепловых насосов, а на втором, «традиционном», помещения отапливались электродкотлом.

При экономическом обосновании заказчику нами были проведены расчёты, которые при годовой экономии на



потреблённом электричестве для нужд отопления в 540 тыс. руб. приводили к расчётному сроку окупаемости энергоэффективного объекта за 4,5 года.

Однако опыт эксплуатации объектов и сравнения реальных показаний счётчиков электроэнергии привели к даже более интересным фактическим цифрам — 570 тыс. руб. в год экономии и срок окупаемости около четырёх лет.

Стоит заметить, что такие достаточно привлекательные цифры сложились из нескольких факторов: высокая стоимость киловатт-часа электроэнергии (6,5 руб.), интеграция на энергоэффективной заправке современной инженерной системы с использованием поверхностного отопления и, что немаловажно, желания административного персонала автозаправочного комплекса эффективно использовать установленное оборудо-

вание — ведь не секрет, что для того, чтобы объект функционировал энергоэффективно, его нужно соответствующим образом эксплуатировать.

Хотелось бы также акцентировать внимание на комплексном подходе к интеграции любых энергоэффективных решений, в том числе и с использованием тепловых насосов. Мы для себя, в рамках философии развития нашей компании, давно сделали выбор именно в пользу комплексности подхода к решению проблемы заказчика, связанной в основном с генерацией тепловой энергии для нужд отопления и горячего водоснабжения. В рамках этой концепции мы, совместно с компаниями-партнёрами, предлагаем заказчику полный цикл услуг на объекте — от разработки технического решения и проектирования до проведения пусконаладочных и сервисных работ. ●





♦♦ Кимберлитовая трубка «Удачная» (Якутия, 20 км от северного полярного круга)

Двойное назначение использования теплового насоса в криолитозоне

В настоящее время предлагается много способов по защите мёрзлых грунтов от протаивания. Один из них — искусственное охлаждение и сохранение их при температуре, обеспечивающей требуемую несущую способность грунтов с помощью замораживающих устройств теплонасосных установок (ТНУ), позволяющих использовать тепло, извлечённое из грунтов.

Авторы: С.А. ГУЛЫЙ, Северо-Восточная научно-исследовательская мерзлотная станция Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института мерзлотоведения имени П.И. Мельникова Сибирского отделения РАН; С.Н. ТРУШЕВСКИЙ, Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства РАСН

Введение

Наблюдения за температурой мёрзлых грунтов по международной программе мониторинга GTN-P на всей территории криолитозоны указывают на её рост на 0,2–0,6°C за последние 30 лет [1–6]. Сохранение таких темпов оттаивания грунтов может привести к катастрофическому снижению несущей способности свайных фундаментов, воспринимающих нагрузку от зданий за счёт сил смерзания их боковой поверхности с мёрзлым грунтом [7–9].

Расчёты показали, что для города Якутска у шестиметровых замороженных свай, основанием фундаментов которых являются песчаные грунты, коэффициент запаса, принятый при проектировании в 1970–1990 годах, может обеспечить надёжность фундамента при повышении средней температуры грунтов с –5°C только до –3,5°C, а если начальная температура была –3°C, то до –2°C.

В настоящее время предлагается много способов по защите мёрзлых грунтов от протаивания. Один из них — искусственное охлаждение и сохранение их при температуре, обеспечивающей требуемую несущую способность грунтов с помощью замораживающих устройств теплонасосных установок (ТНУ), позволяющих использовать тепло, извлечённое из грунтов [10, 11, 12].

Ранее считалось, что область применения тепловых насосов — это районы с тёплым и умеренным климатом [13]. Теоретические и экспериментальные исследования, проведённые в течение трёх последних десятилетий в Канаде, Норвегии и России, показали возможность использования ТНУ для инженерных сооружений и на территории криолитозоны [14–17].

Общие сведения о тепловых насосах и способах оценки экономической целесообразности их применения

Теплонасосная установка — это устройство, позволяющее отобрать тепло у холодного источника и с помощью затра-

ченной механической или иной работы передать его теплообменнику с более высокой температурой. В компрессионных теплонасосных установках термодинамический процесс осуществляется следующим образом:

- рабочая жидкость закипает в испарителе при невысокой температуре за счёт тепла низкопотенциального источника (например, грунта или поверхностного водотока);
- образовавшийся пар сжимается в компрессоре, в результате чего его температура повышается до нужной потребителю величины;
- пар поступает в теплообменник и нагревает рабочее вещество отопительной системы, а сам при этом, остывая и конденсируясь, возвращается в испаритель.

Теоретические и экспериментальные исследования, проведённые в течение трёх последних десятилетий в Канаде, Норвегии и России, показали возможность использования теплонасосных установок для инженерных сооружений и на территории криолитозоны

Рабочий цикл ТНУ полностью совпадает с циклом работы обычной холодильной машины. Отличием теплонасосной установки от всем известного холодильника является возможность утилизации тепла, которое отбирается у охлаждаемого источника.

Основной энергетической характеристикой ТНУ является коэффициент преобразования:

$$\varphi = \frac{Q_{\Sigma}}{\varepsilon} = \frac{Q_L + \varepsilon}{\varepsilon}, \quad (1)$$

где Q_{Σ} — суммарная теплопроизводительность; Q_L — количество тепла, отбираемого у низкопотенциального источника в единицу времени; ε — расход электроэнергии.

Коэффициент преобразования связан с термическими характеристиками цикла работы теплового насоса следующим соотношением:

$$\varphi = \eta \frac{T_2}{T_2 - T_1}, \quad (2)$$

где T_1 и T_2 — температуры кипения и конденсации хладагента, соответственно, K ; η — соотношение между реальной и идеальной эффективностями термодинамического процесса, для ориентировочных расчётов это соотношение принимается $\eta = 0,5$. Обычно T_1 задаётся на 3–5 °С ниже температуры низкопотенциального источника, а T_2 — на столько же выше температуры рабочего вещества отопительной системы.

Тепловой насос не может работать без дополнительного источника энергии, способного поднять температуру со ступени низкопотенциальной энергии до температуры потребителя высокопотенциальной энергии. Поэтому расчёт ТНУ связан не только с температурами T_1 и T_2 , но и с тарифами на электроэнергию и теплоснабжение, действующими в данный момент на территории, где они внедряются. Для определения экономической целесообразности теплонасосной установки стоимость её «продукции» необходимо сопоставлять с экономическими показателями систем теплоснабжения различных типов.

Если принять, что m — это отношение цен на электроэнергию и эквивалентное количества тепла, выработанного тради-

Тепловой насос не может работать без дополнительного источника энергии, способного поднять температуру со ступени низкопотенциальной энергии до температуры потребителя высокопотенциальной энергии

ционным способом, то использование тепловых насосов в отопительных целях или для горячего водоснабжения (ГВС) может быть экономически целесообразным только при соблюдении условия, когда $\varphi > m$. Эффективность тепловых насосов будет тем выше, чем больше коэффициент φ превышает коэффициент m , то есть там, где используется относительно дешёвая электроэнергия при высокой стоимости органического топлива, расходуемого на теплоснабжение. Значения m варьируют в очень широких пределах не только для различных регионов (табл. 1), но даже для одного и того же населённого пункта (табл. 2).

Из табл. 1 видно, что с 2000 по 2014 годы коэффициент m имеет небольшую тенденцию к снижению. Кроме того, так как коэффициент m в городе Магадане в три раза меньше, чем в городе Якутске, то предпосылки к внедрению тепловых насосов в Магадане лучше, чем в Якутске. Анализируя тарифы на теплотенергию (табл. 2) для всей территории Республики Саха (Якутия), можно видеть, что разные поставщики тепла продают теп-

ло по очень разным ценам. Это даёт возможность найти достаточно много предпочтительных в разных населённых пунктах Якутии, где внедрение ТНУ будет экономически оправдано, как для отопления зданий, когда в качестве низкопотенциального источника используются сточные воды ($T_1 = 12$ °С, $T_2 = 75$ °С, $\varphi = 2,76$), так и для горячего водоснабжения при использовании речной воды ($T_1 = 2$ °С, $T_2 = 65$ °С, $\varphi = 2,68$).

Следует учитывать и ещё один фактор. Приобретение ТНУ подразумевает заём в банке, следовательно, требует погашение банковского кредита. В связи с этим эффект от экономии топлива должен быть больше годовой суммы погашения банковского кредита:

$$\Delta \mathcal{E} > pKZ, \quad (3)$$

где $\Delta \mathcal{E}$ — экономия от производства тепла с помощью ТНУ в сравнении с существующими в данной местности системами отопления или горячего водоснабжения, руб/год; p — ставка погашения банковского кредита, годовые проценты; KZ — капитальные затраты на переход к теплоснабжению на основе ТНУ, руб.

Экономия $\Delta \mathcal{E}$ равна:

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_0 Q_{\Sigma} \tau = \left(C_T - \frac{C_0}{\varphi} \right) Q_{\Sigma} \tau, \quad (4)$$

где \mathcal{E}_0 — удельная экономия, руб/кВт·ч; C_T и C_0 — приведённые тарифы на тепло и электроэнергию, руб/кВт·ч; τ — время работы ТНУ в течение года, ч. Срок окупаемости [лет] в первом приближении можно оценить по формуле:

$$N = \frac{KZ}{\Delta \mathcal{E} - pKZ}. \quad (5)$$

Проведём оценку эффективности ТН для одновременного сохранения устойчивости здания путём искусственной «проморозки» его основания и получения тепла для обогрева здания.

Постановка задачи исследований

Проведённые ранее исследования возможности применения ТНУ на территории криолитозоны показали, что наиболее перспективными источниками тепла для работы теплового насоса являются сточные и грунтовые воды, солнечная энергия, морская вода [16]. Грунт, который не является источником возобновляемой энергии, был признан самым плохим источником низкопотенциального тепла. В результате математического моделирования тепловых потоков, идущих от мёрзлого грунта к испарителю ТНУ получено, что наихудшие показатели для выработки тепла имеют вертикально расположенные теплообменники [17–20].

⊘ Изменение среднестатистических тарифов на электроэнергию и теплотенергию* табл. 1

Город	октябрь 2000 года			февраль 2004 года			июль 2007 года			январь 2014 года		
	№1	№2	<i>m</i>	№1	№2	<i>m</i>	№1	№2	<i>m</i>	№1	№2	<i>m</i>
Магадан	41,4	402,3	1,2	85,1	542,0	1,8	164,6	1688,8	1,1	345,0	3498,4	1,1
Якутск	72,1	195,4	4,3	142,5	387,9	4,3	201,1	495,0	4,7	425,0	1371,0	3,6

* По городам Магадану и Якутску с 2000 по 2014 годам. Столбец №1 — тариф на электроэнергию [коп/кВт·ч], столбец №2 — тариф на теплотенергию в руб/Гкал.

⊘ Тарифы, утверждённые энергетической комиссией на электро- и теплотенергию* табл. 2

Наименование района	Тарифы, действующие в январе-июне 2014 года		<i>m</i>
	Электроэнергия, руб/кВт·ч	тепло, руб./Гкал	
ГО «Город Якутск»	4,25	мин. / среднее / макс. 962,71 / 1371,0 / 2563,13	5,1 / 3,6 / 1,9
Алданский улус	4,25	мин. / среднее / макс. 1786,61 / 2557,25 / 3072,24	2,8 / 1,9 / 1,6
Верхневилуйский улус	4,25	мин. / среднее / макс. 2570,22 / 5351,83 / 8430,45	1,9 / 0,9 / 0,6
Вилуйский улус	4,25	мин. / среднее / макс. 1819,38 / 2622,91 / 3834,59	2,7 / 1,9 / 1,3
Ленский улус	4,25	мин. / среднее / макс. 2589,91 / 3332,20 / 3984,69	1,9 / 1,5 / 1,2
Мирнинский улус	4,25	мин. / среднее / макс.** 4508,47 / 8305,00 / 12100,85**	1,1 / 0,6 / 0,4
Нюрбинский улус	4,25	мин. / среднее / макс.** 2345,75 / 5524,22 / 11541,11**	2,1 / 0,9 / 0,4
посёлок Хатанга Красноярского края	34,9	ГВС 5754,00	7,0

* На 2014 год в разных населённых пунктах Республики Саха и в Красноярском крае, показатель *m*. ** Электрооблуженная.

В рассматриваемом нами варианте использования теплового насоса для сохранения устойчивости здания путём искусственной «проморозки» его основания решается главная задача — восстановление температуры мёрзлых грунтов до величины, принятой при проектировании. И именно вертикальные теплообменники наилучшим образом подходят для этих целей. Выполненные расчёты показали, что если установить обычную морозильную колонку непосредственно у каждой сваи на глубину, равную глубине заложения свай, то со своей задачей (понижением температуры грунтов, например, с 0 °С до -5 °С) она справится в течение одного или двух месяцев.

Естественно, что затраты на бурение скважин, установку морозильных колонок, работу морозильной системы плюс стоимость самого морозильного агрегата несопоставимы с затратами, которые могут произойти в случае разрушения дома, его последующего демонтажа и нового строительства. Если кроме здания будут сохранены человеческие жизни, то эффект от внедрения замораживающей системы возрастает многократно.

Обычную морозильную установку целесообразно использовать только в аварийной ситуации, а когда она устранена — её надлежит демонтировать. В следующий раз она может быть использована тогда, когда температура грунта около свай опять приблизится к критической отметке.

В отличие от холодильного агрегата ТНУ работает не только для промораживания грунта. Извлечённое из грунта тепло должно использоваться на обогрев дома или ГВС.

Зная, насколько малоэффективны вертикальные теплообменники при извлечении низкопотенциального тепла из мёрзлого грунта, примем, что использование ТНУ будет экономически оправдано, если в период работы теплового насоса по поддержанию мёрзлых грунтов в требуемом температурном режиме окупятся затраты на его приобретение и монтаж. Если же дополнительно за счёт теплового насоса можно будет окупить затраты на буровые работы и обустройство замораживающего оборудования, то можно сказать, что внедрение ТНУ будет полностью оправдано.

Насколько эффективно использование ТНУ с вертикальными теплообменниками? Выясним это на примере его работы по восстановлению температурного режима грунтов под типовым пятиэтажным жилым домом на 40 квартир, запроектированным, возведённым и эксплуа-

Средние месячные температуры [°С] наружного воздуха при $t_n < 8$ °С

табл. 3

Нас. пункт	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
город Якутск	-42,6	-35,9	-22,2	-7,2	5,8	7,0	6,2	-8,0	-28,3	-39,5
посёлок Нюрба	-36	-31,9	-20,6	-7,2	5,0	-	5,2	-7,3	-26	-34,2
посёлок Хатанга	-33,1	-31,7	-27,8	-18	-7,0	5,2	1,7	-12	-26,4	-29,6

Значения поправочного коэффициента α в зависимости от t_n

табл. 4

t_n	-50	-40	-30	-20	-10
α	0,82	0,9	1,0	1,17	1,45

* Приняты в расчётах по [22].

Тепловая мощность [кВт] на отопление и ГВС*

табл. 5

Нас. пункт	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
город Якутск	169	158	132	91	44	40	0	0	43	95	148	162
посёлок Хатанга	154	150	145	122	90	45	0	0	55	109	142	145
посёлок Нюрба	159	151	129	91	39	0	0	0	45	92	141	154
ГВС	25	24	24	23	23	20	18	19	21	23	24	25

* В различных населённых пунктах для 40-квартирного жилого дома.

Тепловые потоки [кВт] за первые полгода

табл. 6

d_i , м	0,19	0,45	0,75	1,05	1,35	1,65	
z , сут.	0,1-0,3	5	24	59	122	184	
q , кВт	формула (7)	122	26	18	15	13	12
	формула (10)	122	55	25	16	12	9

* Которые за первые полгода можно извлечь вертикальными теплообменниками из мёрзлого грунта с помощью теплового насоса.

тирующимся с 1960–1980 годов в трёх населённых пунктах: городе Якутске, посёлке Нюрба (Республика Саха), посёлок Хатанга (Красноярский край). Для этого для каждого из них сделаем расчёт количества тепла, требуемого для этого здания, и сравним его с фактической мощностью низкопотенциального источника. На основании действующих в рассматриваемых населённых пунктах тарифов на тепло и электроэнергию определим эффективность применения теплового насоса.

Принимаем, что рассматриваемое здание запроектировано и эксплуатируется по первому принципу строительства, а в связи с изменением термического режима грунтов в период эксплуатации здания температура вокруг его замороженных свай повысилась с -5,0 °С до -0,1 °С и её требуется понизить до исходного значения. Исходные данные для расчётов: $T_1 = -8$ °С, $T_2 = 65$ °С, $\varphi = 2,32$.

Поскольку вертикальные теплообменники малоэффективны при извлечении низкопотенциального тепла из мёрзлого грунта, примем, что использование ТНУ будет экономически оправдано, если в период работы теплового насоса по поддержанию мёрзлых грунтов в требуемом температурном режиме как минимум окупятся затраты на приобретение ТНУ и её монтаж

Общую тепловую мощность ТНУ определим в зависимости от полученной мощности низкопотенциального источника. Диаметр теплообменников $d_o = 0,15$ м, их длина $h = 6,1$ м, объём здания $V = 6500$ м³, количество теплообменников — 65. Размер банковского кредита примем равным 10 %.

Расчёт требуемых затрат тепла на отопление и ГВС здания

Ориентировочные затраты тепла на отопление здания подсчитаем как:

$$\sum Q = q_0 V (t_{в} - \alpha t_n), \quad (6)$$

где V — кубатура здания по наружному периметру, м³; $t_{в}$ — температура внутри помещения, принимаемая равной 21 °С; t_n — средняя месячная температура воздуха в отопительный период для каждого из рассматриваемых населённых пунктов (табл. 3), °С; q_0 — удельная тепловая характеристика, принимаемая по [21] 0,38 ккал/(ч·м³·°С); α — поправочный коэффициент, принимаемый в зависимости от t_n по табл. 4.

Количество тепла, требуемое для горячего водоснабжения рассматриваемого здания, сделано из расчёта на 100 человек при ежесуточном расходе горячей воды 90 л/сут. на одного человека. Конечная температура воды принята равной 60 °С, начальная 3 °С — для зимнего периода и 18 °С — для летнего, что требует затрат энергии на её нагрев до требуемой величины — 24,8 и 18,3 кВт·ч, соответственно зимой и летом. Результаты расчётов приведены в табл. 5 и на рис. 1.

Получено, что в зимнее время максимальная тепловая мощность на отопление в рассматриваемых населённых пунктах достигает 140–170 кВт. В среднем за год на отопление и горячее водоснабжение требуется 100–120 кВт.

Расчёт мощности низкопотенциального источника при вертикальном расположении теплообменников в мёрзлых грунтах

Подсчитаем количество тепла, которое можно будет извлечь из грунта при вертикальном расположении теплообменников, установленных в мёрзлых грунтах и предназначенных для восстановления температурного режима с 0°C до -5°C (то есть без наличия фазовых переходов).

Тепловой поток к теплообменнику из грунта определим по формуле:

$$q = (t_1 - t_2)R, \quad (7)$$

где t_1 — температура на поверхности теплообменника, $t_1 = -5,0^\circ\text{C}$; t_2 — температура грунта, $t_2 = 0^\circ\text{C}$; R — термическое сопротивление грунта в зоне льдогрунтового цилиндра (между d_o и d_i), $^\circ\text{C}/\text{ккал}$:

$$R = \frac{1}{2\pi\lambda h} \ln\left(\frac{d_i}{d_o}\right), \quad (8)$$

где λ — коэффициент теплопроводности мёрзлого грунта, $\lambda = 2 \text{ ккал}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{C})$; h — высота теплообменника, равная глубине заложения сваи, около которой необходимо восстановить термический режим, $h = 6,1 \text{ м}$.

Если сравнить мощность низкопотенциального источника со средними за отопительный период тепловыми мощностями, требуемым для отопления, то уже к концу первого года это значение будет менее 10% от требуемого

Время, в течение которого произойдёт охлаждение грунта на расстояние d_i , определим по формуле, взятой из [23]:

$$z = \frac{\rho(0,5d_i)^2}{2(t_1 - t_2)} \left[\frac{\lambda}{\alpha(0,5d_o)} - 0,5 + \ln\left(\frac{d_i}{d_o}\right) \right], \quad (9)$$

где ρ — теплосодержание грунта, $\rho = 30000 \text{ ккал}/\text{м}^3$; α — коэффициент теплопередачи, $\alpha = 100 \text{ ккал}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{C})$.

Расчёт q и z ведём для d_i , равных 0,45; 0,75; 1,05; 1,35 и 1,65 м. Последнее значение (1,65 м) соответствует смыканию льдогрунтовых цилиндров рядом расположенных теплообменников.

Грунт не является источником возобновляемой энергии, поэтому приток тепла к теплообменнику будет очень быстро снижаться. В соответствии с формулой Лыкова тепловой поток в грунте меняется по следующей зависимости

$$q = \frac{M}{\sqrt{\tau}}, \quad (10)$$

где M — константа, зависящая от температурного напора и теплофизических свойств грунта; τ — время в сутках.

Результаты данных расчётов представлены в табл. 6.

Продолжая вычисления мощности теплового потока во времени по формуле (10) получаем, что к концу первого года количество извлекаемого тепла из грунта снизится до 6,4 кВт, к концу второго — до 4,6, третьего — до 3,7, четвёртого — до 3,3, пятого — 2,9 кВт. После того как льдогрунтовые цилиндры соприкоснутся между собой, теплосъём будет ещё меньше.

Таким образом, если сравнить мощность низкопотенциального источника со средними за отопительный период тепловыми мощностями, требуемым для отопления (рис. 1), то уже к концу первого года это значение будет менее 10% от требуемого. Для горячего водоснабжения показатели будут в три-четыре раза выше, но всё равно недостаточны, чтобы тепла, извлечённого из грунта с помощью теплообменников, полностью хватило на обеспечение здания горячей водой более, чем на два месяца.

Расчёты, выполненные в работах [18, 19, 21] показывают, что если вертикальные теплообменники в летнее время будут производить дополнительно забор тепла из воздуха и из грунта в пределах слоя сезонного оттаивания, то прибавка мощности составит приблизительно 30–40 Вт/м² для теплообменников, находящихся на поверхности, и примерно 2–3 Вт/м² — для находящихся в грунте на глубине до 1 м. Но, в общей сложности, при площади теплообменников 30 м² «над землёй» и 30 м² «под землёй» это даст прибавку всего 1,2 кВт, что принципиально ничего не решает.

Экономическая оценка эффективности использования теплового насоса

Последней, но не менее важной составляющей, как и две предыдущие, является экономическая эффективность использования теплового насоса. Для объективной оценки этого показателя сравнение затрат делается с действующими на конкретной рассматриваемой территории традиционными способами получения тепла по тарифам на тепловую и электроэнергию непосредственно той организации, где предполагается внедрение теплового насоса.

К сожалению, на практике при внедрении теплового насоса в предварительных расчётах эта составляющая не всегда учитывается. Но, как оказывается в конечном счёте, при технико-экономическом обосновании именно она имеет решающее значение.

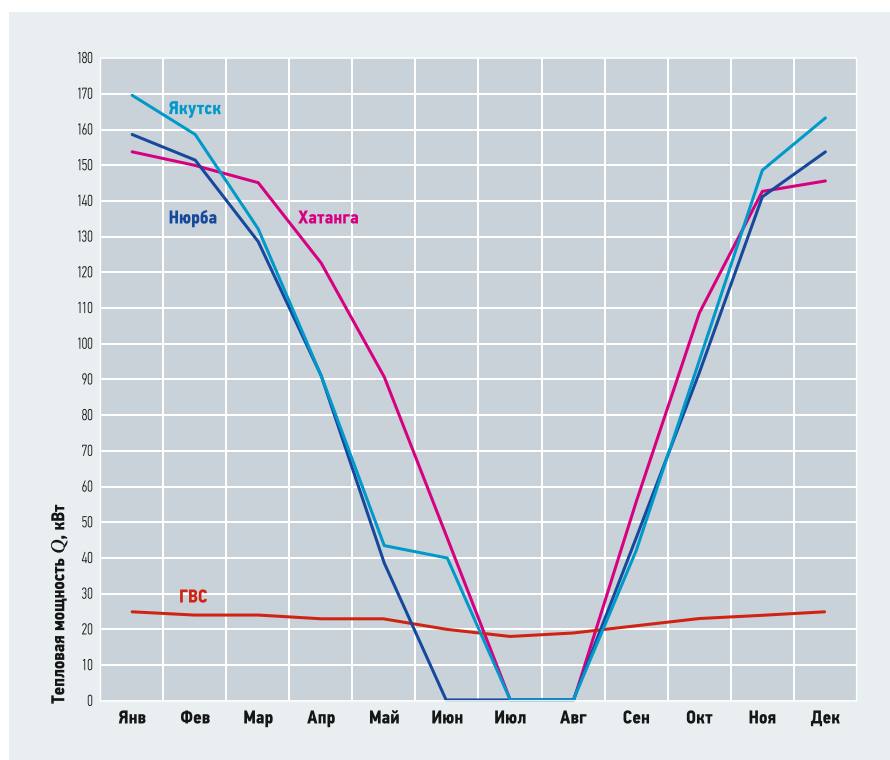


Рис. 1. Среднемесячные тепловые мощности [кВт] на отопление и горячее водоснабжение в типовом пятиэтажном 40-квартирном жилом доме в различных населённых пунктах



•• Панорама города Магадан (субарктический климатический пояс, криолитозона)

На основании выполненных расчётов можно принять, что при использовании вертикальных теплообменников ТНУ (заданных параметров) для восстановления температурного режима с 0°C до -5°C из грунта в течение первого года можно в среднем извлекать 10 кВт, в последующие четыре года — от 6 до 3 кВт. При известных $\varphi = 2,32$ и $Q_L = 10$ кВт из формулы (1) можно определить расход электроэнергии на работу ТНУ ($\epsilon = 7,6$ кВт·ч) и общую мощность ТНУ ($Q_{\Sigma} = 17,6$ кВт).

В табл. 2 приведены действующие в 2014 году тарифы на теплоэнергию и электроэнергию в некоторых северных населённых пунктах, значение коэффициента m . Сравнивая показатель m с принятым $\varphi = 2,32$ можно сделать окончательный вывод, где использование теплового насоса будет экономически оправдано, а где нет.

Получено, что применение тепловых насосов в посёлка Хатанга (Красноярский край) из-за очень высоких тарифов на электроэнергию и сравнительно низких на теплоэнергию, когда m достигает величины равной 7, невыгодно с точки зрения окупаемости ТНУ. Столь высокое значение m не даёт возможность внедрять тепловой насос не только когда в качестве низкопотенциального источника используется мёрзлый грунт, но и тогда, когда применяются сточные воды с $T_{\text{ист}} = 20^{\circ}\text{C}$. В этих условиях его можно использовать только для подогрева горячей воды, например, с 45 до 60°C — в этом случае применение ТНУ будет экономически оправдано, так как величина φ будет больше 7.

Что касается территории Республики Саха, где в расчётах принят одинаковый для всей республики тариф на электроэнергию, равный 4,25 руб/кВт·ч, то здесь можно подобрать такие населённые пункты, где соотношение m и φ будут выгодны

Получено, что применение тепловых насосов в посёлка Хатанга (Красноярский край) из-за очень высоких тарифов на электроэнергию и сравнительно низких на теплоэнергию, когда коэффициент m достигает величины равной 7, невыгодно с точки зрения окупаемости ТНУ



для внедрения теплового насоса, и он может окупиться за счёт извлекаемого из грунта тепла в течение одного года работы и даже быстрее. Из табл. 2 видно, что особенно благоприятные условия будут там, где отопление ведётся электробойлерной или котельной. Следует добавить, что если за счёт теплового насоса попытаться окупить также и стоимость буровых работ по устройству теплообменников вместе со всем оборудованием (оценочная стоимость примерно 2500 руб. за 1 п.м.), то сделать это будет возможно при $m = 0,4-0,6$ всего за один год в Верхневилуйском, Мирнинском и Нюрбинском районах.

Заключение

Рассмотрев все составляющие работы теплового насоса в условиях, когда основной целью его работы является замораживание грунта вокруг свайного фундамента уже существующего здания, грунт основания которого оттаял до температур, не обеспечивающих его дальнейшую безаварийную работу, можно сделать следующие выводы.

1. Коэффициент запаса, принятый при проектировании зданий, возведённых в 1960–1980 годах по первому принципу строительства на вечномёрзлых песчаных грунтах в северных городах России, может обеспечить безаварийную работу при повышении температуры грунтов с -5°C до $-3,5^{\circ}\text{C}$, а в случае, когда проектная температура была -3°C , то до -2°C . При более высоких температурах неизбежна потеря несущей способности вмерзших свай.
2. Одним из способов сохранения требуемого температурного режима мёрзлых грунтов является их искусственное



•• Осенняя дорога вдоль реки Колыма в Магаданской области

промораживание морозильными агрегатами с помощью вертикальных теплообменников, расположенных непосредственно около каждой сваи. Расчётами установлено, что тепла, извлекаемого из грунта 65 вертикальными теплообменниками длиной 6,1 м с помощью теплового насоса мощностью 18 кВт (под типовым пятиэтажным 40-квартирным жилым домом при принятой температуре испарения хладагента $T_{исп} = -8^{\circ}\text{C}$), хватит для полного замещения традиционного способа отопления ($T_{конд} = 65^{\circ}\text{C}$) в лучшем случае не более чем на одну неделю, а для ГВС — на один месяц. Через год из грунта можно будет извлекать

тепловой поток не более 6 кВт, через пять лет — 3 кВт.

3. Использование тепловых насосов в отопительных целях или для горячего водоснабжения может быть экономически оправдано только при соблюдении условия $\varphi > m$. Для территории Республики Саха для вертикальных теплообменников для принятого $\varphi = 2,32$ следует крайним значением признать $m = 1,7$. То есть тогда, когда тариф на теплоэнергию будет не менее 2700 руб/Гкал. Тогда при 10% банковском кредите, взятом на покупку теплового насоса, его полная окупаемость произойдёт через один год. Установка срока окупаемости

Однако в некоторых улусах Республики Саха за счёт вырабатываемого тепловым насосом тепла можно менее чем за один год его работы окупить не только сам тепловой насос, но и затраты по устройству вертикальных теплообменников вместе со всем оборудованием и буровыми работами

более одного года нецелесообразна, так как мощность низкопотенциального источника к концу первого года снизиться на 40% по сравнению со среднегодовой, и в дальнейшем тепловой насос уже не сможет работать на полную мощность.

В Верхневиллоиском, Мирнинском, а также Нюрбинском улусах Республики Саха при $m = 0,4-0,6$ (при тарифе на теплоэнергию 11541–8400 руб/Гкал) за счёт вырабатываемого тепловым насосом тепла можно менее чем за один год его работы окупить не только тепловой насос, но и затраты по устройству вертикальных теплообменников вместе со всем оборудованием и буровыми работами.

Для посёлка Хатанга Красноярского края из-за крайне невыгодного соотношения тарифов на электроэнергию и теплоэнергию ($m = 7,0$) затраты на приобретение теплового насоса в случае использования вертикальных теплообменников в мёрзлых грунтах для получения низкопотенциального тепла не окупаются. •

1. Сергеев Д.О., Ухова Ю.А., Станиславская Ю.В., Романовский В.Е. Температурный режим многолетних толщ и сезонно-талого слоя в горах Северного Забайкалья (возобновление стационарных наблюдений) // Криосфера земли, №2/2007, Т. XI.
2. Гаврилова М.К. Изменение климата (температуры воздуха) на примере Западной Сибири и Якутии // В сб. мат. Межд. конф. «Криогенные ресурсы полярных и горных регионов. Состояние и перспективы инженерного мерзлотоведения». — Тюмень, 2008.
3. Скачков Ю.Б., Скрыбин П.Н., Варламов С.П. Изменения температуры грунтов слоя годовых теплооборотов на якутском теплоснабжаемом стационаре за последние 40 лет // Проблемы инженерного мерзлотоведения. Мат. IX Межд. симп. (г. Мирный, Россия). — Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2011.
4. Ishikawa V., Sharkhuu N., Jambaljav Y., Davaa G., Yoshikawa K., Ohata T. Thermal state of Mongolian permafrost // Tenth International conference on permafrost (proceedings), Salekhard, Russia, 2012.
5. Гулый С.А. Возобновление стационарных наблюдений температурного режима многолетнемёрзлых толщ в Магаданской области // Первая всероссийская конф. «Геология, география, биологическое разнообразие и ресурсы Северо-Востока России (к 100-летию со дня рождения А.П. Васьковского)». — Магадан, 2011.
6. Сериков С.И., Железняк М.Н., Гулый С.А., Скачков Ю.Б., Рузанов В.Т., Романовский В.Е., Холодов А.А. Мониторинговые наблюдения за динамикой температурного режима горных пород в Восточной Сибири: X Межд. конф. по мерзлотоведению (ТИСОП) «Ресурсы и риски регионов с вечной мерзлотой в меняющемся мире». Т. 5 / Под ред. В.П. Мельникова. — Тюмень: Печатник, 2012.
7. Хрусталева Л.Н. Температурный режим вечномёрзлых грунтов на застроенной территории. — М.: Наука, 1971.
8. Хрусталева Л.Н., Пустовойт Г.Н. Вероятностно-статистические расчёты оснований зданий в криолитозоне. — Новосибирск: Наука, 1988.
9. Хрусталева Л.Н., Медведев А.В., Пустовойт Г.П. Многолетнее изменение температуры воздуха и устойчивость проектируемых в криолитозоне сооружений // Криосфера земли, №3/2000, Т. IV.
10. Власов В.П., Перлыштейн Г.З., Попов Ю.Ф. Проблемы устойчивости сооружений на Северо-Востоке России // Криосфера земли, №2/1999, Т. III.
11. Perlshtein G.Z., Vlasov V.P. and Khrustalev L.N. The use of heat pumps for building in permafrost area // The Second International Conference on the Arctic Margins. Magadan. 1994.
12. Патент №2519012 E02D 3/115 (РФ). Способ и устройство для круглогодичного охлаждения, замораживания грунта основания фундамента и теплоснабжения сооружения на вечномёрзлом грунте в условиях криолитозоны / Трушевский С.Н., Стрелков Д.С. // ФИСИС РФ.
13. Рекомендации по оценке эффективности системы сбора низкопотенциального тепла грунта для целей теплоснабжения зданий / НИИСФ. — М.: Стройиздат, 1988.
14. Goodrich L.E. and Plunkett J.C. Performance of heat pump chilled foundations // Proc. of the Fifth Canadian Permafrost Conference. Centre d'etudes nordiques. Universite Laval. Nordicana N54. 1990.
15. Instanes B. Permafrost engineering on Svalbard // International Workshop on Permafrost engineering Longyearbyen. Svalbard, Norway. 2000.
16. Гулый С.А. Ресурсы низкопотенциальной энергии для тепловых насосов на территории Магаданской области // Колыма, №3/1999.
17. Перлыштейн Г.З., Гулый С.А., Буйских А.А. О перспективах применения тепловых насосов для решения инженерных задач в зоне вечной мерзлоты // В сб. докл. «Вечная мерзлота и экономическое развитие, безопасность окружающей среды, потенциал природных ресурсов». — Новосибирск, 1998.
18. Перлыштейн Г.З., Гулый С.А., Буйских А.А. Математическое моделирование температурных полей, создаваемых тепловыми насосами // В сб. мат. I-й Межд. конф. Академии Северного форума Республики Саха «Знание — на службу нуждам Севера». — Якутск, 1996.
19. Перлыштейн Г.З., Гулый С.А., Буйских А.А. Повышение несущей способности мёрзлых грунтов с помощью тепловых насосов // Основания и фундаменты, №3/2000.
20. Гулый С.А. Основы применения тепловых насосов в геотехнике криолитозоны: Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. — Якутск, 2001.
21. Фёдоров Н.Ф., Гусев В.М. Санитарная техника. — Л.: Госстройиздат, 1961.
22. СНиП 23-01-99. Строительная климатология.
23. Трупаков Н.Г. Замораживание грунтов в строительстве (примеры применения). — М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1970.



Оценка параметров теплообмена в роторных регенераторах СОВ*

В статье приведены результаты аналитического решения задачи о трёхмерном поле температур воздуха и насадки в массиве роторного регенератора. В результате проведённого исследования получены зависимости, позволяющие рассчитать параметры полей температур воздуха и материала ротора приточно-вытяжных агрегатов, выпускаемых серийно.

Вопросы надёжности роторных регенеративных теплообменников постоянно волнуют и проектировщиков, и специалистов служб эксплуатации инженерных систем зданий и сооружений. Не прекращаются споры, предметом которых является прогнозирование обмерзания насадки ротора при отрицательных температурах наружного воздуха и поиск решений, позволяющих гарантировать безаварийную работу регенератора. Единого мнения на этот счёт до сих пор нет. Ситуация обусловлена тем, что отсутствует объективное представление о реальном поле температур в массиве теплообменника.

Особенности нестационарного теплообмена при движении воздуха по каналам ротора не позволяют теоретически рассчитать параметры этого процесса, даже с применением численных методов. Поэтому существующие инженерные методики расчёта и конструирования роторов (изложенные, например, в [1–3]) базируются на ряде принципиальных допущений. Основным является осреднение параметров процессов, происходящих в роторном теплообменнике, во времени и пространстве. Кроме того, в проведённых исследованиях (например, [4]), профиль температуры воздуха по длине канала рассматривается как прямолинейный. В результате физическая и математическая модели регенератора теплоты

сводятся к модели и методике расчёта обычного рекуператора. Принятые допущения существенно упрощают расчёты, позволяя при этом получить нужные данные с хорошей точностью. К ним относятся прежде всего значения средних температур потоков удаляемого и приточного воздуха и коэффициент эффективности утилизации теплоты. Для практического применения этого оказывается достаточно. Однако в процессе эксплуатации иногда возникает необходимость более детальной оценки полей температур, не ограничиваясь их средними значениями. В основном это относится к проблеме прогнозирования конденсации влаги и обмерзания насадки ротора.

Ориентируясь исключительно на отдельные опытные данные, разработчики и производители роторных регенераторов обычно рекомендуют решать эту проблему путём предварительного нагрева наружного воздуха перед подачей в регенератор.

Вопросы надёжности роторных регенеративных теплообменников постоянно волнуют и проектировщиков, и специалистов служб эксплуатации инженерных систем зданий



Автор: Ю.Л. САВЕЛЬЕВ, к.т.н. профессор, ведущий специалист Управления капитального строительства города Екатеринбурга

* Систем общеобменной вентиляции.

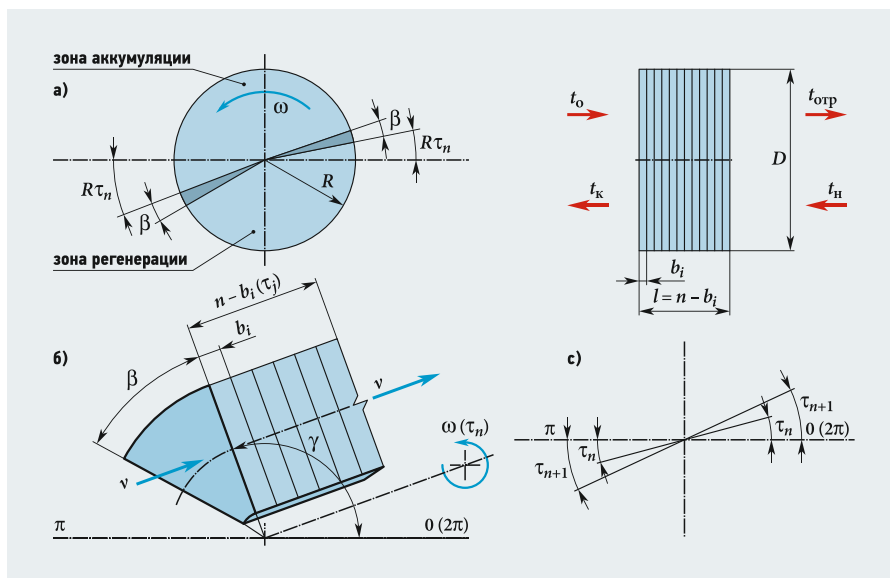


Рис. 1. Расчетные схемы (а — общая, б — элементарный сектор, с — система отсчета \bar{t}_n)

Единственным основным критерием, обуславливающим необходимость предварительного нагрева, является температура наружного воздуха. Причём у разных производителей роторов уровень значений критических температур существенно отличается. Такие важные параметры, как влагосодержание воздуха и температура материала насадки, если и играют какую-то роль, то весьма опосредованно. Устоявшаяся практика рекомендаций предварительного нагрева приводит к тому, что фактическая эффективность утилизации теплоты оказывается почти в два раза меньше расчётной эффективности ротора. Соответствующим образом снижается и инвестиционная привлекательность энергосберегающих решений на базе роторных регенераторов. На это было обращено внимание в статье [5].

В настоящее время зарубежные и отечественные компании, производящие приточно-вытяжные агрегаты с вращающимися роторами, располагают обширными банками данных лабораторных и натурных испытаний своего оборудования. Эти данные в той или иной степени полноты являются базой для проектирования и производства роторных теплообменников, составляют основу программ подбора оборудования. Базы данных и программы подбора у каждой компании строго индивидуальны.

Поскольку теоретическое рассмотрение нестационарного теплообмена в каналах ротора затруднено, попытаемся рассмотреть проблему аналитически с привлечением известных данных от компаний производителей.

Наиболее важным параметром, характеризующим роторный теплообменник, является коэффициент температурной эффективности η . Реже используют коэффициент энтальпийной эффективнос-

сти. В оригинальных программах подбора оборудования у каждой компании-разработчика коэффициент η является полуэмпирической характеристикой. В ней учтены все особенности конструкции ротора и алгоритм его эксплуатации. Но при соблюдении обязательного условия: расчётное значение коэффициента температурной эффективности есть величина, усреднённая по всему объёму вращающегося регенератора.

Общепринято считать, что:

$$\eta = \frac{t_k - t_n}{t_0 - t_n}, \quad (1)$$

где t_k — средняя температура потока наружного воздуха после рассматриваемого ротора; t_n — средняя температура потока наружного воздуха перед ротором; t_0 — средняя температура потока удаляемого воздуха перед ротором.

В то же время, исходя из теплового баланса между периодами аккумуляции и регенерации, формулу для определения коэффициента эффективности можно представить в виде:

$$\eta = \frac{t_0 - t_{отр}}{t_0 - t_n}, \quad (2)$$

где $t_{отр}$ — средняя температура потока отработанного удаляемого воздуха после ротора.

Уравнения (1) и (2) позволяют определить средние по фронтальному сечению ротора температуры t_k и $t_{отр}$:

$$t_{отр} = t_0 - \eta(t_0 - t_n), \quad (3)$$

$$t_k = \eta(t_0 - t_n) + t_n. \quad (4)$$

Наиболее важным параметром, характеризующим роторный теплообменник, является коэффициент температурной эффективности. Реже используют коэффициент энтальпийной эффективности

Для перехода от средних величин к текущим значениям преобразуем уравнения (3) и (4), выполнив перечисленные ниже действия.

1. Сечениями, перпендикулярными оси, разобьём ротор на i дисков толщиной b_i . Одна половина каждого диска находится в зоне аккумуляции теплоты насадкой, а вторая половина находится в зоне регенерации. Заменяем непрерывное вращение ротора на ступенчатое перемещение путём поворота вокруг оси на достаточно малый угол β . В соответствии с этим разделим каждую половину диска в диаметральной плоскости на n элементарных секторов с центральным углом β . За полный период вращения теплообменника каждый сектор перемещается в зоне аккумуляции в диапазоне углов поворота ротора γ от 0 до π , а в зоне регенерации — от π до 2π . В каждой зоне сектор последовательно занимает n положений. От уровня $\gamma = 0$ или $\gamma = \pi$ до каждого из n положений элементарный сектор перемещается за время τ_n . При этом время нахождения сектора в зонах аккумуляции или регенерации изменяется от 0 до $\tau_{0,5}$. Здесь $\tau_{0,5}$ — продолжительность периодов аккумуляции и регенерации, равная продолжительности 0,5 оборота ротора.

Отсчёт τ_n в зоне аккумуляции идёт от положения при $\gamma = 0$, а отсчёт τ_n в зоне регенерации идёт от положения при $\gamma = \pi$. Расчётные схемы, составленные с учётом изложенного выше, приведены на рис. 1.

2. Введём ряд следующих относительных параметров:

$$\bar{b}_i = \frac{b_i}{l}; \bar{\tau}_n \in [0; 1] = \frac{\tau_n}{\tau_{0,5}}; \bar{L} = \frac{L_n}{L_{отр}};$$

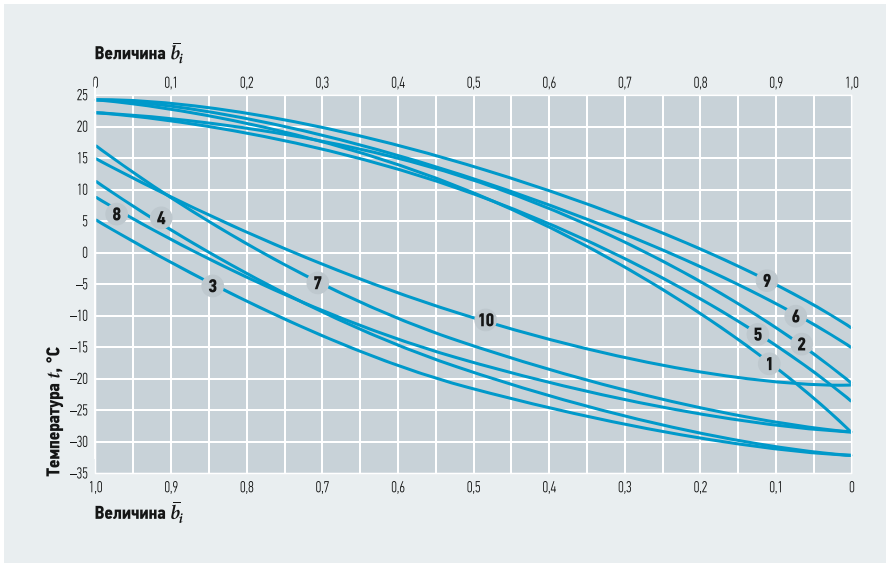
$$\bar{\rho}_1 = \frac{\rho_k}{\rho_0}; \bar{\rho}_2 = \frac{\rho_n}{\rho_{отр}}; \alpha = \frac{t_k - t_n}{(t_0 - t_n) + \bar{\tau}_n},$$

где l — толщина насадки ротора (или длина канала насадки ротора); L_n и $L_{отр}$ — объёмы приточного и отработанного воздуха; ρ_n и ρ_k — плотность приточного воздуха на входе в ротор и на выходе, соответственно; ρ_0 и $\rho_{отр}$ — плотности удаляемого и отработанного воздуха, соответственно.

3. Вместо коэффициента η введём его аналог η_1 — приведённый параметр эффективности:

$$\eta_1 = (\eta \bar{L})^{\alpha \bar{L}}. \quad (5)$$

4. Принимая во внимание, что соотношение параметров многих физических процессов может быть представлено экспоненциальной зависимостью (6), введём в преобразованные уравнения (3) и (4) множитель $e^{(\bar{b}_i - 1)}$.



•• Рис. 2. Графики изменения температуры воздуха в канале ротора

После выполнения преобразований получим следующие функции:

$$t'_{отр,i} = \left[t_0 - \eta_1(t_0 - t_n) \bar{b}_i e^{(\bar{b}_i - 1)} \right] \bar{\rho}_1; \quad (6)$$

$$t'_{к,i} = \left[\eta_1(t_0 - t_n) \bar{b}_i e^{(\bar{b}_i - 1)} + t_n \right] \bar{\rho}_2. \quad (7)$$

Уравнение (7) справедливо при $\bar{L} = 1$. При $\bar{L} \neq 1$ более корректным является следующее выражение, полученное из теплового баланса:

$$t''_{к,i} = (t_0 - t'_{отр,i}) \bar{\rho}_2 (\bar{L})^{-1} + t_n. \quad (8)$$

Здесь следует сделать важное примечание. При работе с уравнениями (6)–(8) базовыми являются осреднённые параметры, определённые по программам подбора оборудования. У каждого завода,

выпускающего роторы, есть свой типовой ряд, свои технологии, свои программы расчёта и подбора. Поэтому можно ожидать, что выражения (6)–(8) не окажутся универсальными. В ряде случаев потребуются их уточнение и корректировка под условия конкретного бренда.

Для проверки достоверности полученных результатов была выполнена серия расчётов. Определялись параметры воздушного потока в каналах насадки ротора. При расчётах изменялись расходы наружного и удаляемого воздуха, их соотношение. Также переменными были значения термодинамических параметров воздуха, участвующего в процессе теплообмена с насадкой ротора. В каче-

стве базовых величин принимались температуры потоков отработанного и приточного воздуха $t_{отр}$ и $t_{к}$. Базовым параметром являлся также коэффициент температурной эффективности η . Значения базовых параметров определялись расчётами по программам подбора оборудования компаний Swegon, Systemair, FlaktWoods и Amalva. Расчёты по уравнениям (6)–(8) проводились в диапазоне $\bar{b}_i \in [0; 1]$ и $\bar{\tau}_n \in [0; 1]$ с шагом 0,1.

На рис. 2 для примера приведены результаты, полученные с использованием базовых величин для агрегатов Gold компании Swegon.

Графики построены в граничных условиях $\bar{\tau}_n = 0, \bar{\tau}_n = 1$. Часть полученных данных представлена в табл. 1 и 1.1 в более детальном виде.

Для проверки достоверности полученных результатов была выполнена серия расчётов. Определялись параметры воздушного потока в каналах насадки ротора. При расчётах изменялись расходы наружного и удаляемого воздуха

Сопоставление осреднённых результатов расчётов с базовыми данными для агрегатов Gold показывает их хорошую сходимость. Вполне хорошее совпадение наблюдается и при сравнении результатов расчётов с базовыми данными оборудования компании Systemair. Здесь расхождение не превышает 12% и наблюдается в одном случае из восьми. Для оборудования других компаний приемлемое совпадение достигалось лишь в ряде единичных случаев. Во многих вариантах расхождение было значительным.

Здесь можно высказать, например, такое предположение, что наилучшее совпадение наблюдается у теплообменников, изготавливаемых индивидуально компаниями-разработчиками под конкретный объект. Меньшая сходимость может быть обусловлена использованием в приточно-вытяжных агрегатах роторов из типового ряда сторонних производителей. Это ещё раз говорит о том,

•• Данные к рис. 2

График	Пример в таблице	Поток	$\bar{\tau}_n$
1	3	отработанный	0
2	3	отработанный	1
3	3	приточный	1
4	3	приточный	0
5	2	отработанный	0
6	2	отработанный	1
7	2	приточный	0
8	2	приточный	1
9, 10	Средние значения температур отработанного и приточного воздуха, предварительно нагретого от -32 до -21 °C в диапазоне $\bar{\tau}_n \in [0; 1]$		

табл. 1

•• Результаты расчётов по программе подбора агрегатов Gold (Swegon)

табл. 1.1

№	$L_H/L_Y, \text{ м}^3/\text{ч} / \text{ м}^3/\text{ч}$	$t_0, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_n, \text{ }^\circ\text{C}$	По программе подбора		По уравнениям (6)–(8) при $\bar{b}_i = 1$				$T_{отр}^{сп} / \text{ }^\circ\text{C}$	$T_{к}^{сп} / \text{ }^\circ\text{C}$	$T_{отр}^{сп} / t_{отр}$	$T_{к}^{сп} / t_{к}$
				$t_0, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{к}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{отр}$ при $\bar{\tau}_n = 0, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{отр}$ при $\bar{\tau}_n = 1, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{к}$ при $\bar{\tau}_n = 0, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{к}$ при $\bar{\tau}_n = 1, \text{ }^\circ\text{C}$				
1	8700 / 8700	24	-32	-21,4	13,4	-26,04	-16,40	17,86	8,16	-21,22	13,01	0,992	0,971
2	7000 / 7000	22	-28	-19,1	13,1	-22,69	-14,49	16,69	8,49	-18,59	12,59	0,973	0,961
3	9600 / 8000	24	-32	-25,1	8,9	-28,30	-20,44	11,58	5,03	-24,37	8,31	0,971	0,933
4	9000 / 7500	23	-30	-23,5	9,6	-26,44	-19,38	12,31	6,27	-22,91	9,29	0,975	0,968

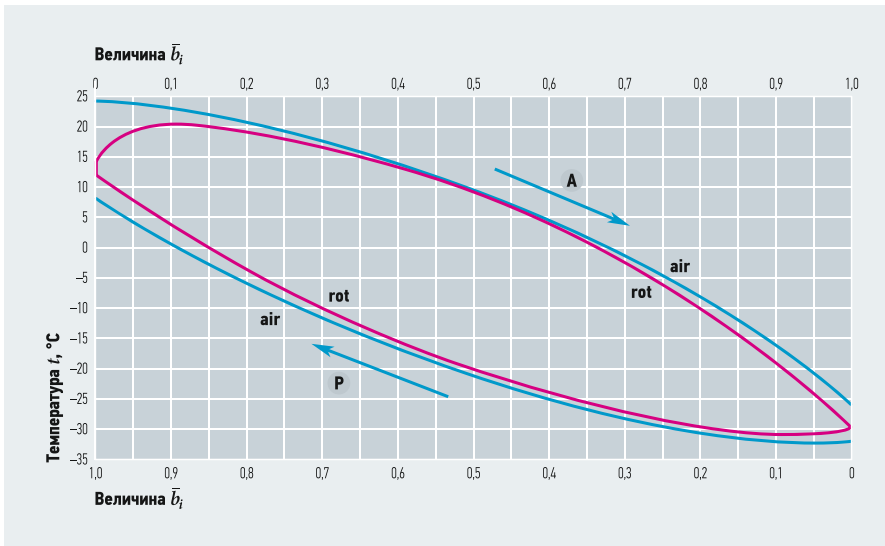


Рис. 3. Изменение температур воздуха и насадки ротора по длине канала для условий примера 1 [A — период аккумуляции ($\bar{\tau}_n = 0$); P — период регенерации ($\bar{\tau}_n = 1$); air — график температуры воздуха; rot — график температуры насадки]

что уравнения (6)–(8) не являются универсальными, но могут служить базой для дальнейшей работы по привязке к конкретному оборудованию.

Известные закономерности изменения температуры воздуха, движущегося по каналам серийного (типового) вращающегося теплообменника, позволяют оценить характер и параметры процесса взаимодействия этого потока с материалом ротора. С этой целью была составлена методика, включающая следующие положения.

1. Для исследуемой модели роторного регенератора определяем его конструктивные и эксплуатационные данные: параметры по уравнениям (6)–(8); диаметр D и площадь фронтальной поверхности F ; толщину ротора в направлении движения воздуха l ; толщину листа материала δ ; периметр стенок канала Π ; гидравлический диаметр канала d ; скорость воздуха в канале V ; скорость вращения ротора ω .

2. Назначаем ряд условий:

- температуры потоков удаляемого t_0 и наружного t_n воздуха на входе в ротор постоянны по всей поверхности входа;

- схема деления ротора на элементарные секторы такая же, как и при оценке температур воздуха в канале (рис. 1);

- условия и параметры теплообмена между воздухом и стенкой канала одинаковы для всех каналов в границах элементарного сектора;

- профиль температур в любом поперечном сечении канала, принадлежащего элементарному сектору, равномерный.

3. При стационарном неизотермическом ламинарном движении жидкости в трубах в потоке жидкости действуют силы вязкости, гравитационные силы и силы давления. Если критерий $GrPr = Ra < 3 \times 10^5$, то вязкостно-гравитационный режим течения жидкости в трубах переходит в вязкостный режим течения. Следовательно, в рассматриваемом потоке главным образом действуют силы вязкости и давления.

Предварительными оценочными расчётами было установлено, что во всём возможном диапазоне геометрических и теплотехнических характеристик, свойственных вращающимся теплообменникам вентиляционных агрегатов, имеет место $Ra < 3 \times 10^5$. Это позволяет считать

режим течения воздуха в канале ротора вязкостным. Условие квазистационарности приблизим, принимая значения температур и теплофизических характеристик воздуха (c, ρ, λ) постоянными для каждого рассматриваемого фрагмента канала длиной \bar{b}_i .

При таком режиме критерий Нуссельта определяется по формуле:

$$Nu = 1,55 \epsilon_i \sqrt[3]{Pe \bar{d}}, \tag{9}$$

где Pe — критерий Пекле;

$$\epsilon_i = 1 + 0,01 \sqrt[3]{(Re \bar{d})^2},$$

Re — критерий Рейнольдса; \bar{d} — относительная длина рассматриваемого фрагмента канала; при каждой конкретной величине $\bar{\tau}_n$ значения \bar{d} образуют ряд:

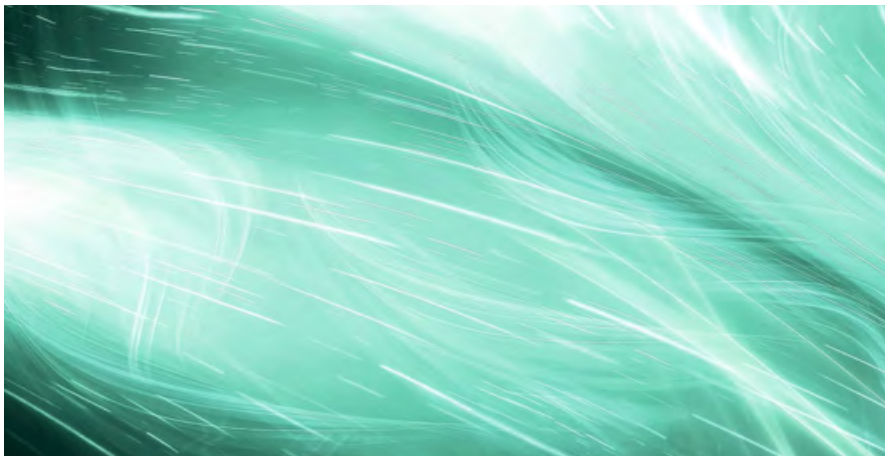
$$\left(\bar{d} = \frac{d}{b_i}; \bar{d} = \frac{d}{2b_i}; \bar{d} = \frac{d}{3b_i}; \dots; \bar{d} = \frac{d}{nb_i} = \frac{d}{l} \right)$$

здесь l — длина канала, равная толщине ротора; $Pe = c\rho v d / \lambda$, где c, ρ и λ — удельная теплоёмкость при постоянном давлении, плотность и коэффициент теплопроводности воздуха, соответственно.

Коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке определится из следующего уравнения:

$$\alpha = \frac{Nu \lambda}{d}. \tag{10}$$

4. Так как в явном виде поставленная задача не решается, выберем из теории теплопередачи наиболее подходящий аналог. При выборе аналога учтём технологические особенности роторного теплообменника. Ротор навивается из плоской и гофрированной полос металла. Поэтому понятие «канал» применительно к ротору можно считать условным. С такой же правомочностью можно допустить, что при равномерном профиле температур теплообмен в элементарном секторе ротора аналогичен процессу обтекания неограниченной пластины идентичными потоками воздуха с двух сторон. В пользу сделанного допущения говорят и соотношения геометрических размеров. Известно, что листы металла, используемого для изготовления серийных роторов, имеют толщину порядка 10^{-4} м. Тогда при переходе к задаче о теплопроводности плоской стенки определяющий размер будет иметь порядок 10^{-5} м. В то же время длина спиральных витков насадки может составлять сотни и тысячи метров. Следовательно, в направлении по спирали концевыми эффектами можно пренебречь. К такому же выводу придём, оценивая соотношение толщины пластин и толщину любого серийного ротора.



Таким образом, сделанные допущения позволяют сделать качественную оценку поля температур материала ротора, пользуясь хорошо известными решениями задачи о теплопроводности плоской стенки.

5. Как следует, например, из [1, 2], в подобной постановке задачи одним из основных параметров является критерий Bi . Контрольные расчёты показали, что для материала серийных роторов величина Bi имеет порядок 10^{-5} , что значительно меньше 0,1.

В этом случае нагрев или охлаждение пластины определяются исключительно интенсивностью теплоотдачи на её поверхности. Выравнивание температур в толще листа насадки идёт очень интенсивно. Это позволяет считать температуры на поверхности и в середине листа практически равными. Тогда температура материала ротора определится, согласно [1], следующим образом:

$$\theta = e^{(-BiFo)}, \quad (11)$$

где критерий Fo определяется в зависимости от прохождения потока воздуха по ряду параметра \bar{d} .

Анализ результатов расчёта для частных случаев показывает: как в зоне аккумуляции, так и в зоне регенерации существуют две области с различным характером теплообмена

Рассмотрим процесс теплообмена для условий примера 1 из табл. 1. Введём конструктивные и эксплуатационные данные исследуемого ротора: диаметр $D = 1,5$ м; толщина ротора $l = 0,25$ м; толщина листа материала $\delta = 0,0012$ м; периметр стенок канала $\Pi = 0,001$ м; гидравлический диаметр канала $d = 0,0018$ м; скорость воздуха в канале $V = 4,0$ м/с; скорость вращения ротора $\omega = 6,0$ мин $^{-1}$. Поскольку для конкретного примера относительные размеры стенки канала составляют $\Pi/(0,5d) = 83,3$, $l/(0,5d) = 417$, будем считать стенку канала бесконечной пластиной.

В ходе исследования первоначально были получены значения температур воздуха для периодов аккумуляции и регенерации при $\bar{\tau}_n = 0$ и $\bar{\tau}_n = 1$. Далее для каждого значения параметра \bar{d} из ряда $\bar{d} \in [0,072; 0,0072]$ были определены: критерий Re , критерий Pe , критерий Nu . На их основе рассчитывались значения критериев Bi и Fo . В итоге по уравнению (11) были получены значения параметра θ . При переходе от безразмерного вида

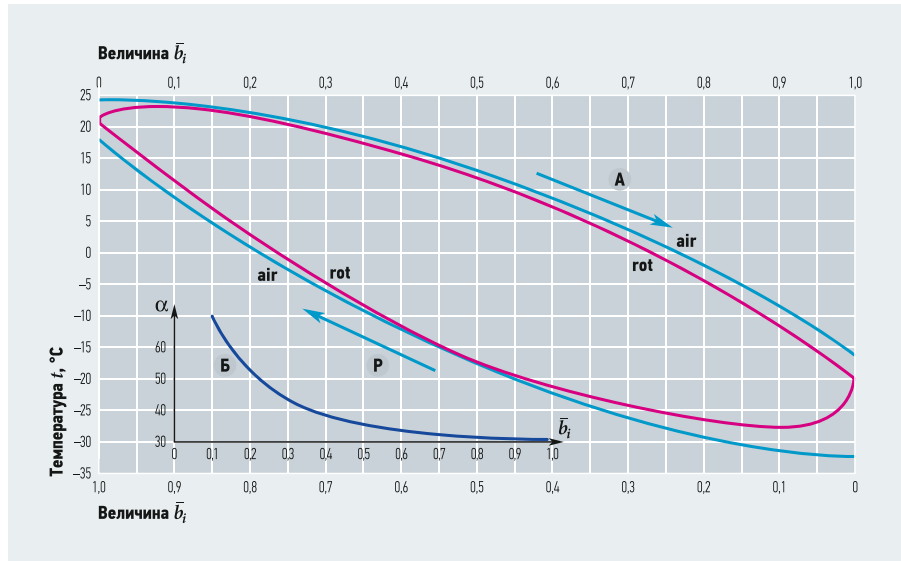


Рис. 4. Изменение температур воздуха и насадки ротора по длине канала для условий примера 1 [А — период аккумуляции ($\bar{\tau}_n = 0$); P — период регенерации ($\bar{\tau}_n = 0$); Б — график функции $\alpha = f(\bar{b}_i)$; air — график температуры воздуха; rot — график температуры насадки]

к абсолютным значениям температур насадки ротора были отмечены некоторые особенности. На начальном этапе процесса аккумуляции материал насадки интенсивно нагревается до максимальной температуры T_{max} . Далее по длине канала интенсивность теплообмена снижается, и в некотором сечении текущая температура материала насадки T приближается к текущей температуре отработанного воздуха. В этом сечении графики температур соприкасаются. От входа в канал до указанного сечения уравнение изменения температуры материала насадки имеет в классический вид [1]:

$$T = T_0 + \theta(t_{отр,i} - T_0), \quad (12)$$

где T_0 — температура насадки сектора при $\bar{b}_i = 0$.



По характеру графика температуры насадки после точки соприкосновения можно отметить дальнейшее снижение интенсивности теплообмена.

Для определения температур насадки в этой области течения логичные результаты получаются при использовании уравнения вида:

$$T = t_{отр,i} + (\theta - 1)(T_0 - t_{отр,i}). \quad (13)$$

Здесь необходимо отметить, что в [1] уравнение (13) относится к процессу охлаждения пластины при постоянной температуре воздуха. Применимость его в нашем случае может быть оправдана спецификой работы регенеративного теплообменника в условиях отрицательных температур наружного воздуха и нестационарным температурным полем потока воздуха. Аналогичным образом проводился расчёт температур насадки в зоне регенерации. В этом случае в уравнениях (12) и (13) вместо параметра $t_{отр,i}$ подставлялись значения $t_{к,i}$. Результаты расчётов представлены на рис. 3 и 4.

На рис. 4 также приведён график, отражающий характер изменения коэффициента теплоотдачи. График температур насадки имеет вид температурного кольца. Но особенности работы вентиляционного регенератора делают это кольцо специфическим, отличающимся от приведённого, например, в работе [2].

Здесь необходимо уточнить, что окончательный результат расчётов, при котором температурное кольцо замыкается, получается методом последовательных приближений. Первоначально при \bar{b}_i (см. рис. 3) задавалось некоторое среднее значение температуры насадки, от которого строились графики $T = f(\bar{b}_i)$ для зон ак-

кумуляции и регенерации. Если ветви построенных графиков не сходились в общих точках, то принималось новое значение T — и так до совпадения значений.

Данные графика рис. 2 показывают, что в зависимости от \bar{t}_n зона отрицательных температур в период аккумуляции занимает не менее 20% массива материала ротора. В зоне регенерации эта зона занимает до 90% массы. Причём «холодные» зоны сохраняются и в условиях предварительного нагрева приточного воздуха до рекомендуемого некоторыми изготовителями уровня $t_n = -21^\circ\text{C}$. Это можно видеть на рис. 2 (графики 9 и 10). Вполне очевидно, что при таких значениях риск обмерзания всегда следует прогнозировать и оценивать степень его реальности.

Выводы

1. Предложена инженерная методика расчёта температурных полей потоков воздуха и материала насадки регенеративного непрерывно вращающегося теплообменника. Данная методика базируется на использовании результатов расчёта конечных значений параметров теплообменника по сертифицированным программам различных заводов-производителей. Составлены уравнения, позволяющие рассчитать изменение температур воздуха и ротора по длине каналов серийного теплообменника в зависимости от угла поворота при вращении.
2. В случае, когда приточно-вытяжной агрегат, включая ротор, производится предприятием-разработчиком техники и программы подбора, решение уравнений даёт вполне хороший результат. Это можно объяснить тем, что продукция имеет широкий типовой ряд и в значительной степени индивидуализирована под конкретный проект. В случае использования роторов при производстве приточно-вытяжных агрегатов в рамках кооперации уравнения требуют некоторой корректировки.
3. Анализ результатов расчёта для частных случаев показывает: как в зоне аккумуляции, так и в зоне регенерации существуют две области с различным характером теплообмена. Граница областей определяется точкой соприкосновения графиков температур воздуха и материала насадки. Эта особенность приводит к различию температурных колец ротора для систем вентиляции и ротора с высоким потенциалом вторичного тепла.
4. Графическая интерпретация решения уравнений показала, что значительная часть насадки ротора в холодный период года находится в зонах отрицательных температур. Предварительный нагрев потоков воздуха кардинально эти зоны не уменьшает. Следовательно, проблема обмерзания ротора обоснованно остаётся актуальной.
5. Предложенный в данной статье подход к определению характера и параметров теплообмена во вращающемся регенераторе позволяет в дальнейшем перейти к рассмотрению массообмена между влажным воздухом и материалом ротора. ●

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Изд. 2-е. — М.: Энергия, 1969.
2. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. — М.: Энергия, 1973.
3. Мигай В.К. Регенеративные вращающиеся воздухоподогреватели. — Л.: Энергия, 1971.
4. Соболев Е.В. Математическая модель регенеративного теплоутилизатора // Журнал НИУ ИТМО: Холодильная техника и кондиционирование, №2(7)/2010.
5. Савельев Ю.Л. Эффективность и надежность роторных теплообменников в системах вентиляции // Академический вестник: УралНИИпроект РААСН, №1/2014.
6. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. — М.: Наука, 1981.

На правах рекламы.



Цифровые технологии. Выгодно и удобно.

Новый цифровой манометрический коллектор testo 549 – более экономичный и эффективный в сравнении с аналоговыми коллекторами

- Быстрое и безопасное комплексное сервисное обслуживание кондиционеров и холодильных систем с помощью всего одного прибора
- Возможность измерения температуры с автоматическим расчетом перегрева/переохлаждения

Производство вентиляторов в России — импортозамещение полное и частичное?

Выбор вентиляторов с 2008 года значительно вырос, и уровень локализации (импортозамещения) может достигать 100% при высоком качестве. Главное условие для разумного выбора вентилятора, кроме низкой цены, — наличие у производителя реальной информации об используемых комплектующих или наличие собственной технологии производства рабочих колёс.

Автор: Федор АНДРОНОВ, технический директор компании «ВЕЗА»



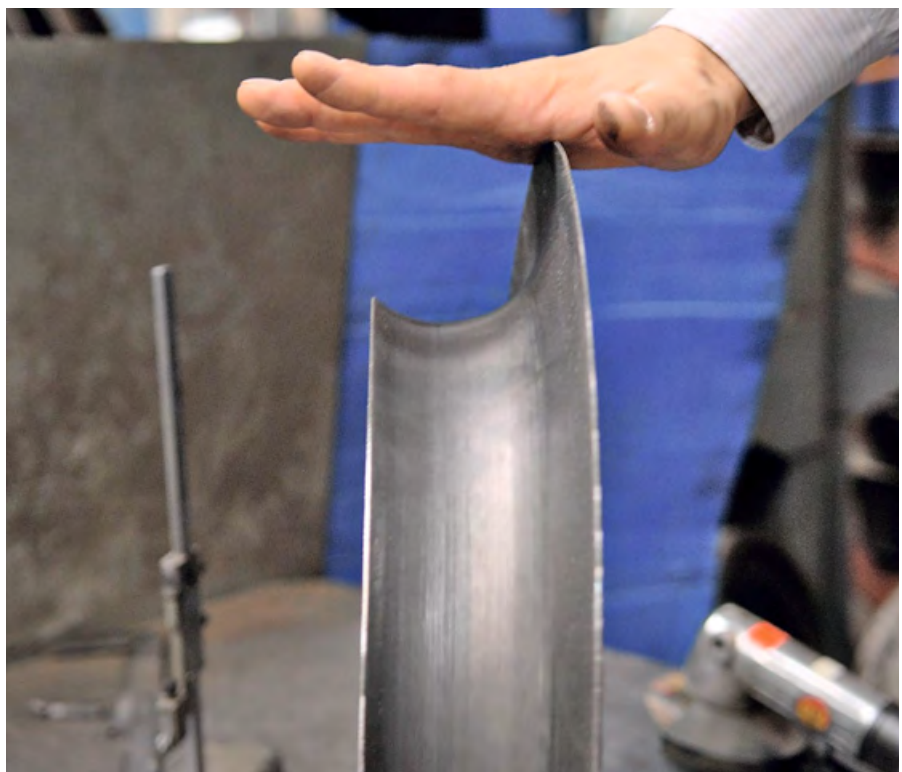
Рынок вентиляторов в СССР в 1980-х годах оценивался в 400 тыс. штук в год, при этом канальных вентиляторов круглого и прямоугольного сечения тогда ещё не было. В настоящее время в России рынок делится на канальные (около 300–400 тыс. штук в год) и классические радиальные, крышные и осевые вентиляторы (до 150 тыс. штук в год). Как видно, общий размер рынка вырос, при этом малые вентиляторы в габаритах №2–№4 (200–400 мм) преимущественно используются как канальные, что удобнее в монтаже, компактнее и дешевле по стоимости. В 2014 году для многих проектов и заказчиков появилось новое требование — заместить импортную продукцию на отечественные аналоги. При этом есть мнение, что своего производства вентиляторов в России уже нет, а то, что выпускается, устарело и не конкурентоспособно импорту.

Канальные вентиляторы в России производятся с 1994 года, и через 20 лет все возможные типы вентиляторов, предлагаемые импортными производителями, также производятся и отечественными компаниями: «Лиссант», «КОРФ», «ВЕЗА», «ВКТ», «Нормалвент» и прочими.

Доля крупнейших поставщиков канальных вентиляторов — Ostberg, Systemair, Remak — не превышает 50% рынка и неуклонно снижается, несмотря на нулевые таможенные пошлины на все импортруемые вентиляторы (данные агентства Litvinchuk Marketing).

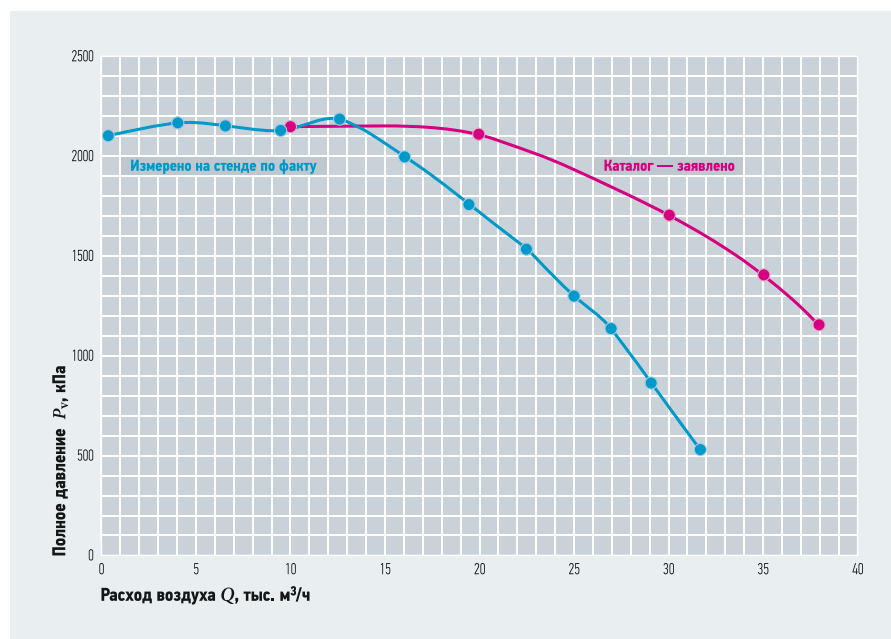
При производстве в России аналогов импортных канальных вентиляторов применяются ключевые компоненты мотор-колёса импортного производства Европы и Китая, корпуса изготавливаются в России по различным технологиям, в том числе методами штамповки, раскатки и пластикового литья.

В настоящее время в России рынок делится на канальные и классические радиальные, крышные и осевые вентиляторы. Как видно, общий размер рынка вырос, при этом малые вентиляторы в габаритах №2–№4 преимущественно используются как канальные, что удобнее в монтаже, компактнее и дешевле по стоимости



Стоимость готовых отечественных вентиляторов ниже европейских и китайских аналогов, так как значительно уменьшен транспортный объём ввозимых узлов, а сборка и упаковка в России дешевле. Производство основных частей мотор-колёс в России реализовано только для небольшого модельного ряда типа ВСК («вентилятор — свободное колесо»), также называемый PLUGfan или «бескорпусной вентилятор». В составе PLUGfan канального вентилятора обычно применяют импортное рабочее колесо фирмы «Селябик», «Комефри» или «Пункер» габаритами 200–500 мм и стандартный АС-мотор (асинхронный мотор) с внутренним ротором китайского, белорусского, реже — российского производства (мощность от 125 до 3000 Вт). Отдельные фирмы («Инновент», «КВМ», «ВЕЗА») используют рабочие колёса собственного производства, но качественная аэродинамика, геометрия и низкая вибрация не могут быть достигнуты без специальных технологий, которыми обладают только «Лиссант» и «ВЕЗА» (по состоянию на 2014 год).

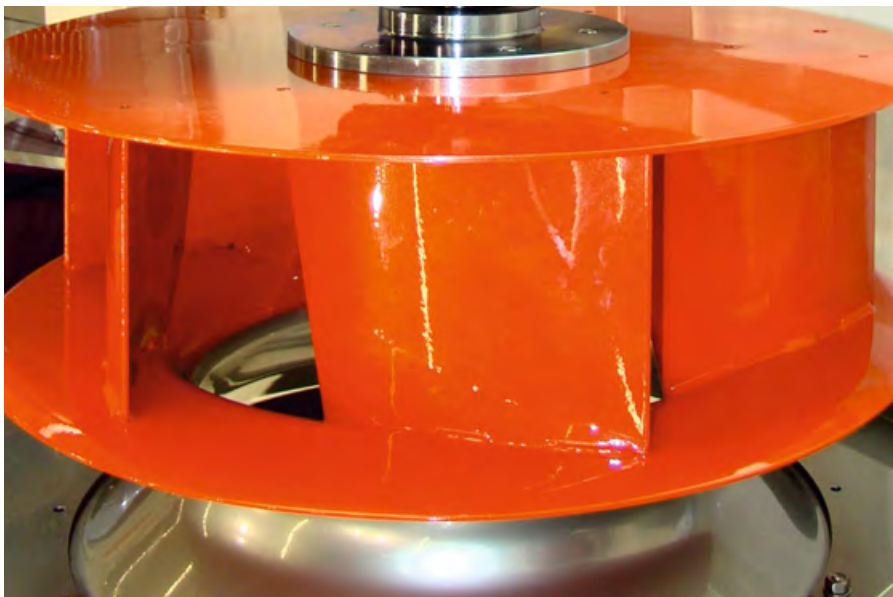
Фактически отечественные производители канальных вентиляторов способны заместить импортные на 70–100% при условии выбора конструкции типа PLUGfan и только на 30–50% — при использовании импортных мотор-колёс. Так как на промышленных проектах, «подпадающих под санкции», применение мини-вентиляторов с мотор-колёсами (круглые канальные и малошумные вентиляторы с «белчьиными колёсами») не обязательно, то критической зависимости от импорта нет. Пример мини-систем, сравнимых с наборными ка-



●● Рис. 1. Рабочая характеристика вентилятора ВР 80-75 №8 1500 об/мин.

нальными (производительностью 500–9000 $\text{м}^3/\text{ч}$): установки бренда KORF-NED-Vertro серии Litened или вентиляторы «Канал-Кварк» и установки «Вероса» от «ВЕЗА» (применены вентиляторы типа PLUGfan).

Еще аргумент в пользу PLUGfan-вентиляторов — это высокие ресурс и энергоэффективность. КПД электромоторов с внешним ротором стандартных прямоугольных вентиляторов Ostberg-System-air-Remak — менее 50% (их продажа запрещена в ЕС, хотя многие этого не знают) против 70–80% КПД АС-моторов стандартного «советского» типа в составе PLUGfan. Конструкция мотор-колёс не допускает ремонта и разборки-перемотки; также резко ограничен температурный режим (до $+50^\circ\text{C}$) из-за применения сверхкомпактного мотора с очень плохим охлаждением.



Таким образом, каналный вентилятор на основе стандартного мотора и PLUGfan-вентилятора значительно лучше, так как экономичнее и надёжнее, при том, что он — полностью отечественный.

Стандартные радиальные и осевые вентиляторы на 95–97% производятся в России, так как разница в цене с импортными чрезвычайно высока. Основные узлы импортного производства — те же самые рабочие колёса (Европа) и электродвигатели (Китай). Таким образом, в общей цене крышного или радиального вентилятора доля импорта превышает 50%, например, в продуктах «КОРФ», «ВКТ» или «Ладафлект» — покупные колёса и моторы. Отдельные поставщики импортных деталей из стран ЕС требуют специальных гарантий от покупателя комплектующих «...что готовая продукция не будет поставляться на объекты Министерства обороны РФ, Крыма и Севастополя, энергетики и нефтегазовой отрасли...», что делает применение в проектах подобной оборудования опасным для федерального заказчика.

Применение в вентиляторах электромоторов российского производства ограничено только ценой и желанием дополнительной прибыли, так как китайские аналоги, продаваемые под брендами «Энерал», «Элмаш», «Элком», дают некоторый выигрш в цене (при курсе \$1 = 60 руб. выгоды уже нет и моторы из РФ становятся дефицитом, как во времена СССР). Обсуждать качество китайских моторов можно с производителями, но нужно учесть, что только доставка и растаможка моторов из Китая уже поднимают стоимость на 10–15% а цена меди, алюминия и стали в Китае пример-

но такая же, как в России. Фактически все электродвигатели китайского производства нижнего ценового класса имеют повышенное энергопотребление (класс хуже, чем IE1 — это подтверждено на стендах НИПТИЭМ-«Русэпром»), перегрев и сниженный общий ресурс. Перечисленные бренды никогда не имели реального производства электромоторов в России (Нижний Новгород, Петербург, Воронеж). Использование моторов российского производства («родом» из Владимира, Ярославля, Сарапула, Медногорска («ВЭМП», «Элдин», «Уралэлектро») — это и есть реальное импортозамещение.

О рабочих колёсах и аэродинамических схемах. Как известно, с 2014 года производство высококачественных стальных колёс с семью лопатками в Щёлково открыла немецкая фирма «Селябик» (Ziehl-ABEGG), фактически ставшая

российским производителем — по аналогии с Volkswagen. Роботизированная сварка, подготовка поверхности, окраска, балансировка, сборка и упаковка более 20 тыс. штук в год колёс «Селябик» происходит по процедурам немецкого завода. Благодаря применению колеса «Селябик» многие российские компании стали производить вентиляторы хорошего качества. Компания «ВЕЗА» построила аналогичное производство ещё в 2000 году в Брянске и производит 25 тыс. штук в год рабочих колёс с различными схемами 6–7–9 лопаток. В комплекте с колёсами производятся втулки и входные коллектора, без которых невозможно получить правильную аэродинамику. Компании «Воздухотехника», «Ровен» и «Лиссант» частично или полностью освоили технологию ротационного формования деталей для колёс, но выпускают крайне малое количество в устаревших схемах ВР80-75. Роботизированную сварку колёс использует «ВЕЗА» и «Селябик». Каждый размер колеса требует изготовления или закупки специальной оснастки для ротационного выдвливания, на что уходит многие годы, поэтому в настоящее время полный ряд габаритов колёс 250–1250 мм со стабильным качеством может выпускать только компания «ВЕЗА» и «Селябик».

Аэродинамические схемы колёс для вентиляторов общего назначения (гражданские проекты с напором до 2500 Па) могут быть различными — упрощёнными, сложными и повышенной сложности для достижения пониженного уровня шума и максимальной энергоэффективности. Упрощённые схемы (ВР 80-75, 4-70 — 12 лопаток) содержат лопатки плоской формы и имеют низкий стати-



Подводя итог можно сказать, что выбор вентиляторов с 2008 года значительно вырос, и уровень локализации может достигать 100% при высоком качестве. Главное условие для разумного выбора вентилятора, кроме низкой цены, — наличие у производителя реальной информации об используемых комплектующих или наличие собственной технологии производства рабочих колёс



ческий КПД = 57–59%. В вентиляторах типа PLUGfan используется только статическое давление, и применять схему ВР 80-75 неэффективно. Сложные схемы колёс с высоким статическим коэффициентом полезного действия (ВР 86-77 — 13 лопаток и схемы 6–7–8–9 лопаток) используют искривлённые лопатки, что значительно усложняет детали и сварочные работы. При сборке сложных колёс без специальных технологий появляются дефекты геометрии и дисбаланс. Схемы сложных рабочих колёс на 6–7–9 лопаток «ВЕЗА» имеют статический КПД = 70–75%. Схема сложных колёс «Селябик» на семь лопаток имеет КПД = 72–74%. Новинка фирмы «Инновент», заявленная как аналог «Селябик», но с колесом на девять лопаток имеет неизвестный максимальный коэффициент полезного действия в каталоге на сайте. Новинка «Аэродар» фирмы «Вентэлэктро» построена на импортруемых колёсах фирмы «Геххардт» и является лишь частично «отечественной» продукцией.

Главное отличие «упрощённых» схем колёс от «сложных», как видно из сравнения, — это КПД, что приводит к необходимости применять двигатели большей мощности для получения необходимых параметров.

Наряду с перечисленными вариантами колёс вентиляторов, есть значительный сегмент вентиляторов «муляжей». Аэродинамика данных изделий никогда не снималась в лабораторных условиях и обычно фактически ниже заявленной в 1,5-2 раза. Конструкция предельно упрощена и не имеет требуемых параметров механической прочности. Единственное внешнее отличие — провака-

ционно низкая цена, так как часть деталей может делаться из несоответствующего по толщине и типу металла и без части важных элементов конструкции. Считать такой вариант вентилятора достойным вариантом «импортозамещения» никак нельзя.

Подводя итог можно сказать, что выбор вентиляторов с 2008 года значительно вырос, и уровень локализации (импортозамещения) может достигать 100% при высоком качестве. Главное условие для разумного выбора вентилятора, кроме низкой цены, — наличие у производителя реальной информации об используемых комплектующих или наличие собственной технологии производства рабочих колёс. При использовании не покупных, а собственных рабочих колёс необходимо обязательно получить от поставщика подтверждённые результаты стендовых испытаний в аттестованной лаборатории.

Нужно помнить, что результаты аэродинамических испытаний не входят в объём обязательной сертификации вентиляторов и могут представляться на добровольной основе, и, конечно, честным производителям нет нужды скрывать эту информацию. ●

www.veza.ru

Москва, Санкт-Петербург, Белгород, Брянск, Волгоград, Воронеж, Екатеринбург, Иваново, Краснодар, Нижний Новгород, Новосибирск, Омск, Пермь, Ростов-на-Дону, Самара, Тюмень, Уфа, Челябинск, Ярославль, Минск, Астана, Ташкент, Харьков

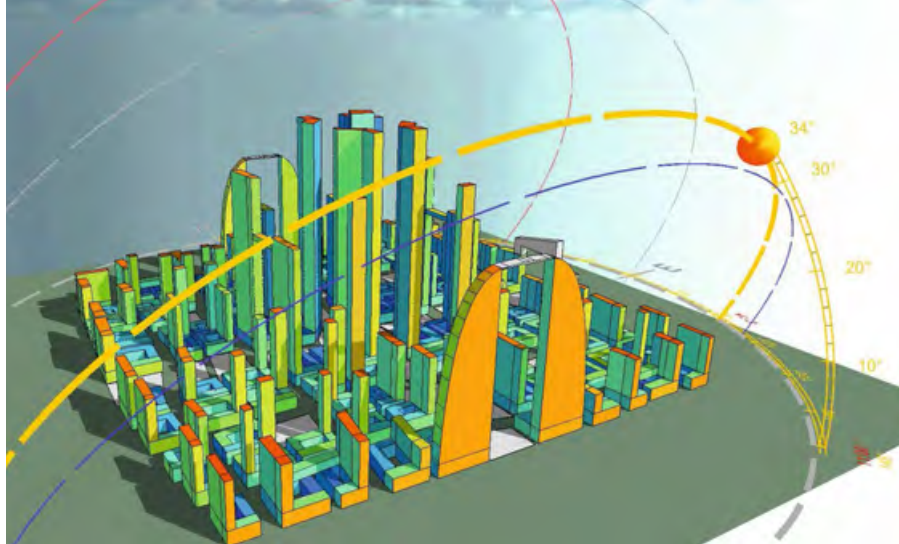


Энергоэффе- ктивность систем обеспечения параметров микrokлимата*

Продолжаем серию публикаций статей, посвящённых энергоэффективности систем обеспечения параметров микроклимата. На этот раз речь пойдёт о расходе теплоты на нагрев инфильтрационного воздуха.

Автор: В.И. БОДРОВ, д.т.н., профессор;
М.В. БОДРОВ, д.т.н., доцент

* Продолжение. Начало см. С.О.К. №6/2015.



Задача нахождения расхода теплоты на нагрев инфильтрационного воздуха в холодный период года является чрезвычайно сложной и до настоящего времени не имеет чёткого научного, методического и инженерного решения. Наиболее точно современное состояние вопроса расчёта тепловой инфильтрационной нагрузки для систем отопления сформулировано профессорами В.Н. Богословским и А.Н. Сканами [1]: «При многообразии решений в условиях множества вариантов исходных данных можно всё же наметить определённые закономерности, которые позволяют обобщить полученные решения». Они указывают, что рекомендации по определению затрат теплоты на нагрев инфильтрационного воздуха имеют значительные допущения и упрощения и допускают приемлемыми ошибки до 15%.

В статье проведён анализ и систематизация закономерностей расчёта теплоты на инфильтрацию для помещений зданий различного функционального назначения.

Расход теплоты системой отопления на нагревание инфильтрационного воздуха [Вт] составляет:

$$Q_{ин} = 0,28 \sum (G_{ин,i}) c_v (t_v - t_{н5}), \quad (1)$$

где $\sum (G_{ин,i})$ — сумма расходов инфильтрационного воздуха через отдельные ограждающие конструкции помещения, кг/ч; $c_v \approx 1,0$ кДж/(кг·°C) — массовая теплоёмкость воздуха; 0,28 — переводной коэффициент [Вт] ($1005/3600 = 0,279$).

Основной и наиболее сложной при нахождении величиной в (1) является расход наружного воздуха, поступающего в помещение $\sum (G_{ин,i})$. Приводимые нормативные и справочные расчётные зависимости по определению этой величины учитывают основные закономерности интенсивности инфильтрации, но значительное количество допущений по объёмно-планировочным решениям зданий, функциональному или технологическому предназначению помещений сводят точные аналитические зависимости к полуэмпирическим.

Общий подход к определению воздухообмена при инфильтрации. Поступление наружного воздуха в помещение (инфильтрация) и его удаление (экфильтрация) осуществляется через любые воздухопроницаемые элементы (наружные стены, входные двери, притворы, стыки панелей, вентиляционные каналы и пр.) при наличии соответствующих аэродинамических перепадов давления Δp [Па], поэтому температурный режим помещений необходимо рассматривать совместно с воздушным режимом. Инфильтрация воздуха через наружные ограждения, аэрация (поступление воздуха в помещение и его удаление через открытые в наружных ограждениях проёмы), естественная вентиляция (осуществление воздухообмена по специально оборудованным каналам) происходит за счёт естественного давления, единого для упомянутых процессов.

Поступление наружного воздуха в помещение и его удаление осуществляется через любые воздухопроницаемые элементы (наружные стены, входные двери, притворы, стыки панелей, вентиляционные каналы и пр.) при наличии соответствующих аэродинамических перепадов давления

Варианты перепадов давлений, на которые рассчитывается инфильтрация, аэрация и естественная вентиляция $\Delta p_{ин}$: гравитационное давление Δp_g ; давление ветра Δp_v ; совместное действие гравитационного и ветрового давлений ($\Delta p_{ин} = \Delta p_g + \Delta p_v$). Инфильтрацию рассчитывают [2] на действие только гравитационных сил, если $\Delta p_v < 0,5 N \Delta \rho g$, где $\Delta p_{ин} = 0,5(c_n - c_3) v_n^2 \rho_n$ — полная величина ветрового давления [Па] при скорости ветра v_n , м/с; c_n и c_3 — аэродинамические коэффициенты с наветренной и с заветренной сторон здания;

H — вертикальное расстояние между центрами приточных и вытяжных отверстий, м; $\Delta\rho$ — разность плотностей воздуха снаружи и внутри помещения, кг/м³. Инфильтрация рассчитывается только на действие ветра при условии $\Delta p_v \geq 10H\Delta\rho g$. И, наконец, инфильтрация рассчитывается на совместное действие гравитационно-ветрового давления при $0,5H\Delta\rho g < \Delta p_v < 10H\Delta\rho g$.

Расчётная разность давлений $\Delta p_{ин}$ в общем случае определяется величиной гравитационно-ветрового давления и работой механической вентиляции. Для помещений со сбалансированной вентиляцией в условиях стационарного режима количество поступающего в помещение подогретого воздуха равно удаляемому, то есть $L_{пр}\rho_{пр} = L_{уд}\rho_{в}$, и интенсивность инфильтрации зависит только от гравитационно-ветрового давления.

Совместный расчёт гравитационно- и ветрового давлений. Рассмотрим наиболее простой случай расчёта характеристик интенсивности инфильтрации воздуха через наружные ограждения одноэтажного здания. При этом следует учитывать распределение скоростей набегающего потока по вертикали, которое оценивается зависимостью [3]:

$$\frac{v_H}{v_{H\infty}} = \left(\frac{h}{h_\infty}\right)^{1,7},$$

где v_H — скорость воздуха на расстоянии h от поверхности земли у препятствия; $v_{H\infty}$ — постоянная скорость воздуха на большом расстоянии h_∞ от препятствия.

Инфильтрация воздуха через наружные ограждения основана на физическом эффекте поровой инфильтрации [4–6]. Тепловой эффект при поровой инфильтрации заключается в возврате трансмиссионных потерь теплоты, то есть ограждение превращается в своеобразный регенеративный теплообменник. При инфильтрации наружного воздуха одновременно происходит осушение наружных ограждений. Зависимости между расходом инфильтрационного воздуха и сопротивлением теплопередаче воздухопроницаемого ограждения подробно проанализированы и приведены в работе [5]. Сокращение общих трансмиссионных потерь теплоты может составлять до 23,1 %.

В то же время в наружных ограждениях возможен противоположный процесс — эксфильтрация внутреннего воздуха, сопровождающаяся увеличением потерь теплоты через ограждения. Это явление вызывает необходимость разработки условий включения всех наружных стен в режим устойчивой инфильтрации за счёт относительно предсказуемого гравитационного давления Δp_t и случайного по величине ветрового давления Δp_v (рис. 1).

Рассмотрим наиболее простой случай расчёта характеристик интенсивности инфильтрации воздуха через наружные ограждения одноэтажного здания. При этом следует учитывать распределение скоростей набегающего потока по вертикали

трации за счёт относительно предсказуемого гравитационного давления Δp_t и случайного по величине ветрового давления Δp_v (рис. 1).

Наименьший перепад давлений для инфильтрации воздуха возникает в верхней плоскости I помещения $\Delta p_{тI} = h(\rho_n - \rho_v)g$ при ветровом давлении с наветренной стороны $\Delta p_{v3} = 0,5c_3 v_H^2 \rho_n$. Чтобы наветренная стена находилась в зоне устойчивой инфильтрации, необходимо суммарное избыточное давление в плоскости I выше нуля:

$$(\Delta p_{тI} + \Delta p_{v3}) \geq 0.$$

На графике точка Б должна совпадать с точкой Д. Такое перемещение за счёт естественных источников возможно путём увеличения гравитационного давления при установке вытяжной шахты высотой $h_{ш}$:

$$\Delta p_{тII} = (h + h_{ш})(\rho_n - \rho_v)g.$$

Гравитационное давление, развиваемое шахтой, равно разрежению на наветренной стене:

$$\Delta p_{v3} = h_{ш}(\rho_n - \rho_v)g.$$

С наветренной стороны общее избыточное давление, вызывающее поровую инфильтрацию, равно (плоскость II):

$$\Delta p_n = \Delta p_{тII} + \Delta p_{v3} + \Delta p_{vнн}.$$

Воздушный баланс помещения в холодный период года при горизонтальной поровой инфильтрации (приток через наружные стены с наветренной сто-

роны $G_{прн}$ площадью A_n и наветренной стороны $G_{прз}$ площадью A_3 , вытяжка через шахту $G_{ш}$) имеет вид:

$$G_{ш} = G_{прн} + G_{прз} + G_{доп}, \tag{2}$$

где $G_{доп}$ — инфильтрация воздуха через окна, ворота, двери, кг/ч.

Количество инфильтрующегося воздуха через наружную стену площадью $A_{ст}$ составляет:

$$G = \frac{\Delta p A_{ст}}{R_n}, \tag{3}$$

где R_n — сопротивление воздухопроницанию конструкции, м²·ч·Па/кг.

Средний перепад давлений у наветренной стены равен (рис. 1):

$$\Delta p_{н.ст} = \Delta p_{vн} + \Delta p_{v3} + 0,5\Delta p_{тI};$$

у наветренной стены:

$$\Delta p_{3.ст} = 0,5\Delta p_{тI}.$$

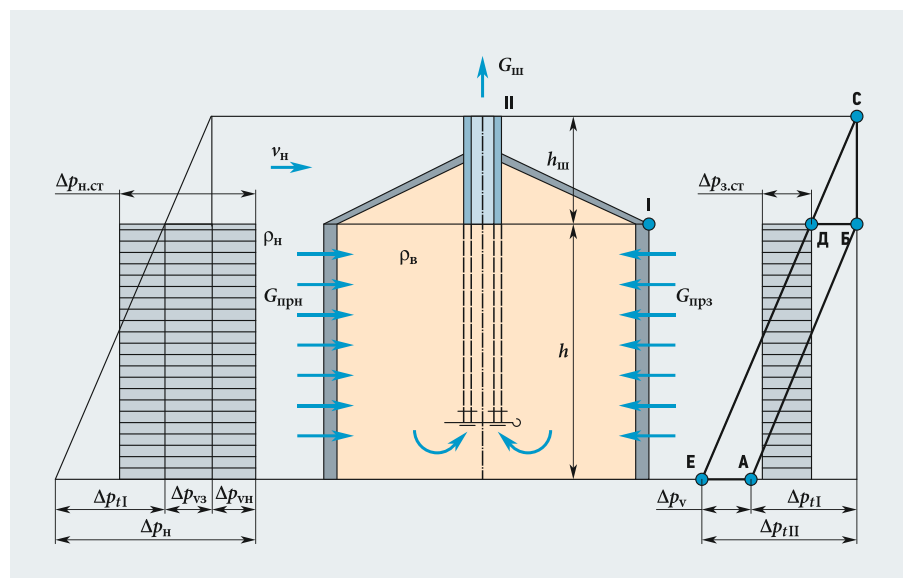
После преобразований формулы (3) получаем зависимости в развёрнутом виде по определению количества наружного воздуха, поступающего в рассматриваемое помещение при устойчивой инфильтрации через наветренную $G_{прн}$ и наветренную $G_{прз}$ стены:

$$G_{прн} = \frac{0,5[(c_n - c_3)v_H^2 \rho_n + h(\rho_n - \rho_v)g]A_{ст}}{R_n}; \tag{4}$$

$$G_{прз} = \frac{0,5h(\rho_n - \rho_v)gA_{ст}}{R_n}. \tag{5}$$

Рассмотрим особенности расчёта количества поступающего инфильтрационного воздуха в помещения различного функционального назначения.

Жилые и общественные здания. Количество инфильтрационного воздуха в жилых зданиях при естественной вытяжной вентиляции, не компенсируемого подогретым приточным воздухом, рекомендуется принимать равным большей из двух величин.



:: Рис. 1. Расчётные эпюры давлений при устойчивой инфильтрации воздуха

Нормируется удельный расход воздуха в размере $g_{уд} = 3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 площади $A_{пом}$ жилых помещений и кухни. Общий расход составляет, кг/ч:

$$\sum G_{ин} = g_{уд} A_{пом} \rho_{в} \quad (6)$$

По другой методике суммарный расход инфильтрационного воздуха зависит от вида, характера и длины l [м] неплотностей в наружных ограждениях и определяется по формуле [1]:

$$\sum G_{ин} = \frac{0,21 \sum (\Delta p_1^{(2/3)} A_1)}{R_{н1}} + \frac{\sum (\Delta p_2^{(1/2)} A_2)}{R_{н2}} + \frac{\sum (\Delta p_3 l_3)}{R_{н3}}, \quad (7)$$

где обозначения с индексом 1 относятся к окнам, балконным дверям и фонарям, с индексом 2 — к наружным дверям, воротам и открытым проёмам, с индексом 3 — к стыкам стеновых панелей (эта составляющая учитывается только для жилых зданий); 0,21 — коэффициент, учитывающий перепад давления $\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$, при котором определены расчётные значения $R_{н1}$ ($0,21 = 1/10^{(2/3)}$); Δp — перепад давления на поверхности соответствующих ограждений.

Всё актуальнее становится практический вопрос регламентации методики расчёта расхода теплоты на подогрев инфильтрационного воздуха в помещениях с герметичными окнами и внутренними дверями, в которых формируется индивидуальный воздушный режим

Два ведущих отечественных учёных-теплофизиков страны в учебнике [1] не смогли выразить своё окончательное мнение о целесообразности и преимуществах расчётов расхода инфильтрационного воздуха в холодный период года в жилых и общественных зданиях в целом по зависимостям (6) или (7). Первая из них не связана с физическими явлениями теплопереноса и аэродинамики. Во второй введено столько допущений и предположений, что субъективизм при выборе исходных данных неизбежно приведёт к недопустимым для инженерных расчётов расхождениям в конечных результатах.

Окончательно усложнило определение количества поступающего в помещение инфильтрационного воздуха предписание СНиП [7]: «Максимальный расход теплоты на нагревание наружного воздуха следует учитывать для каждого по-

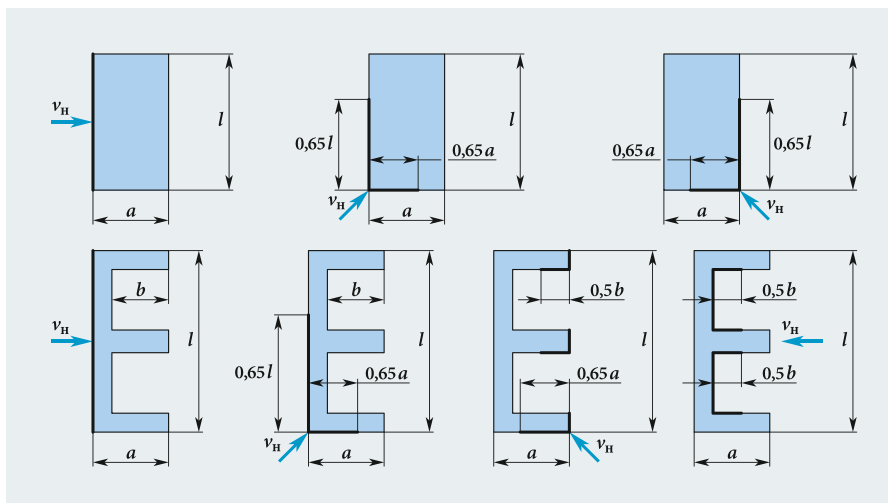


Рис. 2. Определение длины притворов

мещения при наиболее неблагоприятном для него направлении ветра. При расчёте тепловой нагрузки здания с автоматическим регулированием расход теплоты на инфильтрацию следует принимать при наиболее неблагоприятном направлении ветра для всего здания». Необходимость автоматического регулирования расхода теплоты привела авторов нормативного документа к подмене понятий. Безусловность подачи системами отопления расчётного количества теплоты для поддержания температурного режима в конкретном помещении путается с уменьшением нерациональных дополнительных потерь теплоты при эксплуатации систем теплообеспечения здания при температуре наружного воздуха выше расчётной (холодной пятидневки). Поэтому системы автоматики не могут влиять на расчёт потерь теплоты от инфильтрации наружного воздуха конкретного помещения.

В настоящее время всё актуальнее становится практический вопрос регламентации методики расчёта расхода теплоты

на подогрев инфильтрационного воздуха в помещениях с герметичными окнами и внутренними дверями, в которых формируется индивидуальный воздушный режим. Герметичность окон и входных дверей гарантирует отсутствие инфильтрации холодного воздуха через них. Такие жилые помещения возможно эксплуатировать только при наличии систем механической приточной вентиляции с подогревом воздуха, вытяжная вентиляция допускается как механическая, так и естественная.

Таким образом, расход теплоты на подогрев наружного инфильтрационного воздуха при определении расчётной мощности систем отопления рассматриваемых жилых зданий должен отсутствовать. В противном случае этот расход теплоты учитывается дважды. Это важное обстоятельство по экономии теплоты в помещениях с герметичными окнами и дверями не отражено и не регламентируется ни в нормативной, ни в специальной технической литературе и требует дальнейшего изучения.

Таблица 1. Величина коэффициента $a_{пр}$ в зависимости от конструкции притворов

Конструкция притворов	$a_{пр}$
Фрамуги окон и фонарей:	
— с одинарными деревянными переплётами	1,0
— с двойными деревянными переплётами	0,50
— с одинарными металлическими переплётами	0,65
— с двойными металлическими переплётами	0,33
Двери и ворота	2,0

Таблица 2. Количество воздуха G_i [кг/ч], инфильтрующегося через 1 м длины щели

Ширина щели	Скорость ветра, м/с				
	до 1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
1,0 мм для металлических переплётов	3,8	8,0	7,4	8,4	11,8
1,5 мм для деревянных переплётов	5,6	9,1	11,2	12,6	17,5

Примечание: по мнению авторов, в первоисточнике имеется опечатка — при скорости ветра 2,0 м/с величина G_i [кг/ч] должна приниматься равной 6,0, а не 8,0, как указано в таблице.

Промышленные здания. Помещения промышленных зданий оснащены инженерными системами создания и поддержания параметров микроклимата согласно санитарно-гигиенических или технологических требований. Режимные карты эксплуатации отопительно-вентиляционного оборудования переменны в течение суток. В помещениях часто создается искусственный дисбаланс по расходам воздуха, перетекание воздушных масс в пределах одного или нескольких смежных помещений. Эти объективные факты создают дополнительные трудности в определении перепадов гравитационно-ветрового давления на наружных ограждениях и не позволяют на практике использовать имеющиеся приближенные зависимости нахождения расходов инфильтрационного воздуха для жилых и общественных зданий.

Следует констатировать на отсутствие в настоящее время методик не только аналитического, но и ориентировочного расчёта расхода инфильтрационного воздуха $\Sigma G_{ин}$ для определения мощности систем отопления. Ранее применялись полученные из практического опыта методы определения величины $\Sigma G_{ин}$. Например, приведённые в справочнике [8] результаты, несмотря на относительную точность, учитывали физические процессы инфильтрационных явлений в зависимости от объёмно-планировочных и конструктивных решений производственных зданий.

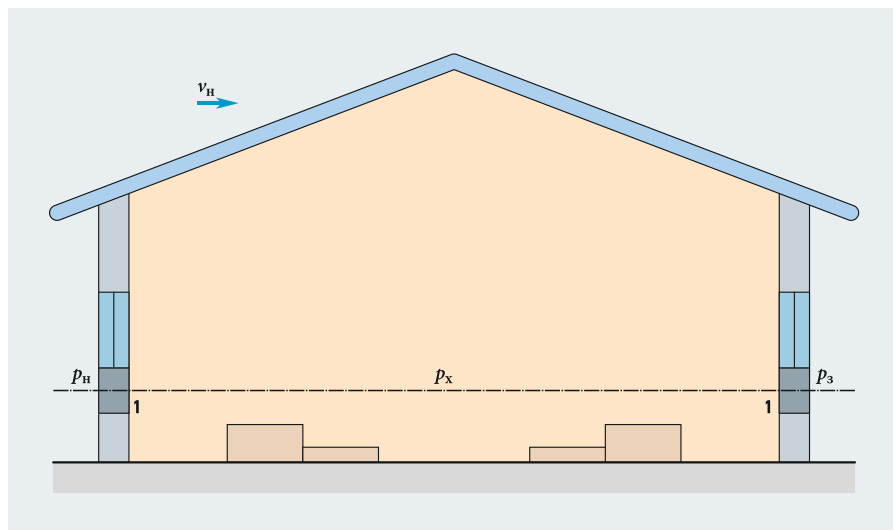
Массовый расход воздуха [кг/ч], инфильтрующегося через щели притворов окон, фонарей, дверей и ворот, определяется по формуле:

$$\Sigma G_{ин} = \Sigma(a_{пр} G_i l), \quad (8)$$

где $a_{пр}$ — коэффициент, принимаемый по табл. 1; G_i — расход воздуха [кг/ч], поступающего через 1 м длины щели в зависимости от скорости ветра в холодный период года (табл. 2), скорость ветра принимается средней за три наиболее холодных месяца; l — длина щелей притворов, м.

Для определения длины притворов рекомендуется: притворы открывающихся створок фонарей, не защищённых от задувания ветром, учитывать только с одной стороны фонаря; инфильтрацию через притворы открывающихся створок окон, дверей и ворот учитывать в зависимости от направления ветра для частей зданий, обведённых на рис. 2 жирными линиями.

Производственные сельскохозяйственные здания. Для данных помещений расход теплоты на подогрев инфильтра-



❖ **Рис. 3.** Регулируемая инфильтрация горизонтальной вентиляции (1 — щелевидные проёмы)

ционного воздуха $Q_{ин}$ при определении мощности систем отопления учитывать не требуется, как было показано в [9]. Во-первых, допустимый температурный режим в холодный период года поддерживается за счёт физиологических или биологических явных тепловыделений животных, птиц, хранящегося биологически активного сырья. Системы отопления в классическом виде с использованием искусственно генерируемой теплоты отсутствуют ($Q_{от} = 0$). Инфильтрационный воздух является частью минимально необходимого количества приточного воздуха $G_{н, мин}$ для удаления влаги. Во-вторых, по технологиям содержания птиц и хранения сочного растительного сырья здания выполняются без окон. Наружные двери и ворота снабжены тамбурами. При необходимости расчёта инфильтрации воздуха через окна поме-

щений крупного рогатого скота используется методика расчёта горизонтальной вентиляции за счёт ветрового давления. Она осуществляется через специальные щелевидные регулируемые по воздухопроницаемости проёмы в продольных стенах помещений.

Схема регулируемой инфильтрации через воздухопроницаемые проёмы приведена на рис. 3. Она состоит из щелевидных проёмов, расположенных под окнами. Проёмы заполняются каким-либо местным пористым материалом (соломой, сеном и т.п.). Основы аэродинамического расчёта систем регулируемой инфильтрации (горизонтальной вентиляции) приведены в работе [10]. Ветровое давление на наветренной стороне здания равно $p_n = c_n p_d$, на заветренной стороне $p_z = c_z p_d$, где $p_d = 0,5 v_n^2 \rho_n$ — динамическое давление ветра.



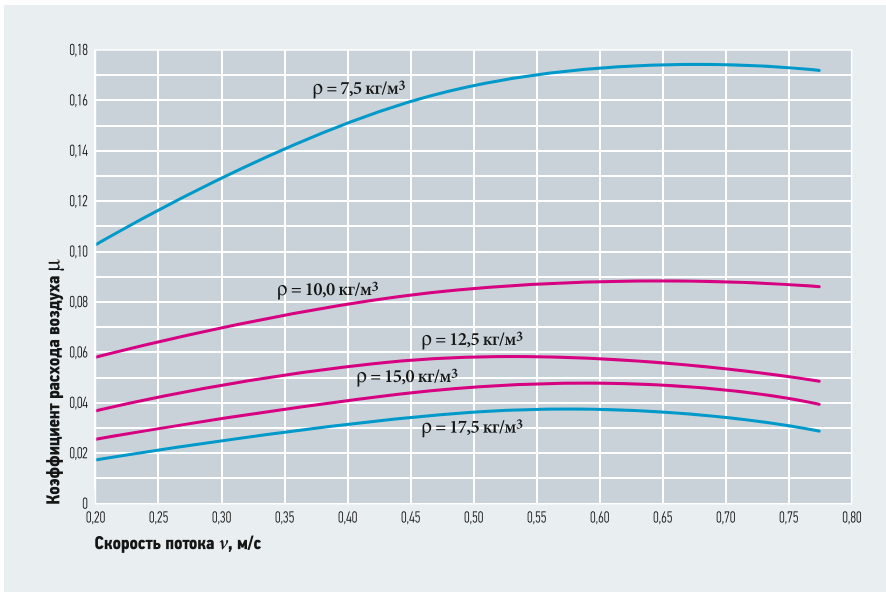


Рис. 4. Значения коэффициента расхода воздуха μ в инфильтрационном проёме, заполненном соломой

Аэродинамические коэффициенты для типовых животноводческих зданий лежат в интервале $c_n = +0,6 \dots +0,8$ для наветренной стороны и $c_z = -0,4 \dots -0,2$ для заветренной стороны [10, 11].

В конечном виде площади щелевидных проёмов с наветренной $A_{щ,н}$ и заветренной $A_{щ,з}$ [м²] равны:

$$A_{щ,н} = \frac{G_{ин}}{3600 \mu \rho_n v_n (c_n - c_z) \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_v + \rho_n}}} = A_{щ,з} \quad (9)$$

При расчёте регулируемой инфильтрации через воздухопроницаемые проёмы пользуются графическими зависимостями, связывающими коэффициент расхода воздуха μ со степенью плотности набивки материала. На рис. 4 приведены значения коэффициента μ при заполнении инфильтрационных щелей соломой



с различной плотностью. По коэффициенту расхода μ и требуемой по заданному расходу воздуха скорости в проёме определяется степень его заполнения и средняя скорость потока наружного воздуха в поперечном сечении щелей.

Количественное определение ветрового давления с наветренной p_n и заветренной p_z сторон здания по аэродинамическим коэффициентам c_n и c_z необходимо проводить по средней скорости и повторяемости направления ветра за январь месяц, приводимых в СНиП [12]. За расчётную принимается наибольшая алгебраическая разность полученных значений аэродинамических коэффициентов ($c_n - c_z$).

Сопrotивление воздухопроницаемости окон $R_{и,ок}$ определяется по действующим нормам, а для наружных дверей и ворот животноводческих зданий следует принимать $R_{и,дв} = 0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ [5].

Заключение

Инфильтрационная нагрузка при расчёте мощности систем отопления требует дальнейшего теоретического и экспериментального изучения и обоснования. Нормативные значения инфильтрационного воздуха и методики их расчёта должны дифференцироваться не только по видам зданий (гражданские, промышленные, сельскохозяйственные), но и по их конкретному функциональному назначению, объёмно-планировочным решениям, увязываться с необходимостью естественной или механической вентиляции помещений.

Для современных многоквартирных жилых зданий с герметичными свето-

Для современных многоквартирных жилых зданий с герметичными светопрозрачными ограждениями существующие методики вообще неприемлемы, они противоречат аэродинамическим явлениям переноса массы воздуха и теплоты

прозрачными ограждениями существующие методики вообще неприемлемы, они противоречат аэродинамическим явлениям переноса массы воздуха и теплоты.

Разработка четкой регламентации и конкретизация расходов инфильтрационного воздуха является основой повышения энергоэффективности систем отопления и теплообеспечения проектируемых и эксплуатируемых зданий и сооружений в целом.

В статье профессора В.И. Прохорова [13] рассмотрена методология оптимизации удельных теплоэнергетических показателей зданий (систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, горячего водоснабжения) в условиях резкоконтинентального климата Российской Федерации. Проанализированы причины перерасхода топливных ресурсов из-за «переутепления» зданий, методологической путанице при проектировании, юридических казусов при энергоаудите, снижения уровня теплового комфорта в помещениях. Авторами при расчёте дефицита теплоты в помещениях проведен конкретный анализ и критический обзор составляющих мощности систем отопления. ●

1. Богословский В.Н., Сканапи А.Н. Отопление. — М.: Стройиздат, 1991.
2. Каменев П.Н., Тертичник Е.И. Вентиляция. — М.: Изд-во АСВ, 2008.
3. Альтшуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П. Гидравлика и аэродинамика. — М.: Стройиздат, 1987.
4. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. — М.: Высшая школа, 1982.
5. Валов В.М. Энергосберегающие животноводческие здания. — М.: Изд-во АСВ, 1997.
6. Ушков Ф.В. Теплопередача ограждающих конструкций при фильтрации воздуха. — М.: Стройиздат, 1973.
7. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
8. Рысин С.А. Вентиляционные установки машиностроительных заводов. — М.: Машиностроение, 1964.
9. Бодров В.И., Бодров М.В., Кучеренко М.Н., Лазарев М.Н. Нормирование теплового контура сельскохозяйственных зданий // Журнал С.О.К., №10/2013.
10. Егизаров А.Г., Кокорин О.Я., Прыгунов Ю.М. Отопление и вентиляция сельскохозяйственных зданий (расчёт и проектирование). — Киев: Будівельник, 1976.
11. Реттер Э.И. Архитектурно-строительная аэродинамика. — М.: Стройиздат, 1984.
12. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика.
13. Прохоров В.И. Границы рассмотрения в задачах теплообеспечения и теплозащиты зданий // Журнал С.О.К., 2015, №4.



Повышение эффективности драйкулеров

В этой статье приведены аналитические расчёты и результаты натурных испытаний теплоотдающей поверхности драйкулеров при воздушно-влажностном охлаждении.

Известно, что коэффициент теплоотдачи охлаждаемой поверхности драйкулеров при использовании увлажнённого воздуха возрастает в несколько раз по сравнению с воздушным охлаждением. Интенсификация процесса теплообмена объясняется испарением влаги с теплоотдающей поверхности. Площадь теплоотдающей поверхности теплообменников при воздушно-влажностном охлаждении может быть значительно уменьшена. Сравнение результатов аналитических расчётов и экспериментальных испытаний свидетельствуют о необходимости совершенствования методики расчётов процессов воздушно-влажностного охлаждения и широкого внедрения установок воздушно-влажностного охлаждения при строительстве и эксплуатации новых зданий.

При выборе оборудования для системы кондиционирования воздуха одними из основных являются вопросы эффективности работы и энергосбережения при эксплуатации оборудования. Для охлаждения конденсаторов холодильных машин (чиллеров) в системах кондиционирования воздуха часто используются драйкулеры — сухие воздухоохладители, состоящие из единого блока теплообмен-

ника и осевых вентиляторов, служащих для охлаждения теплообменника. Драйкулеры обычно размещаются на крышах зданий и соединяются с холодильными машинами при помощи замкнутой системы трубопроводов. Теплоносителем в трубопроводах служит смесь воды с гликолем, что предохраняет устройство от замерзания. Осевые вентиляторы продувают теплообменник и сбрасывают теплоту от него в наружную атмосферу. Фотография драйкулеров, размещённых на крыше здания, приведена на фото 1. Работа драйкулера оценивается по способности обеспечивать наибольшую теплопередачу при минимальном аэродинамическом сопротивлении.

При подборе теплообменника коэффициент теплопередачи определяется по известной формуле:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{н}}}, \quad (1)$$

где $\alpha_{вн}$ и $\alpha_{н}$ — коэффициенты теплоотдачи соответственно внутренней и наружной сторон теплообменника, Вт/(м²·°С); δ — толщина разделяющей стенки теплообменника, м; λ — коэффициент теплопроводности стенки теплообменника, Вт/(м·К).



❖ Фото 1. Размещение драйкулеров на крыше одного из зданий

Автор: М.С. КУЗЬМИН, Московский государственный строительный университет (МГСУ)

Передачу теплоты от жидкого теплоносителя к наружному воздуху и теплоотдачу от наружной поверхности к наружному воздуху можно представить в виде равенства:

$$k(t_{ж} - t_{в}) = \alpha_{н}(t_{п} - t_{в}), \quad (2)$$

где k — коэффициент теплопередачи теплообменника, Вт/(м²·К); $t_{ж}$ — средняя температура охлаждаемого жидкого теплоносителя, °С; $t_{в}$ — средняя температура охлаждающего воздуха, °С; $t_{п}$ — средняя температура мокрой наружной поверхности теплообменника, °С.

После подстановки правой части уравнения (1) в уравнение (2) и соответствующих преобразований средняя температура наружной поверхности теплообменника составит:

$$t_{п} = t_{в} + \frac{\tau_{ж} - t_{в}}{\alpha_{н} \left(\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta}{\lambda} \right) + 1}. \quad (3)$$

Так как значения величин $1/\alpha_{вн}$ и δ/λ очень малы, то при инженерных расчётах ими можно пренебречь. Тогда получается, что температура наружной поверхности теплообменника при заданной температуре жидкого теплоносителя зависит, в основном, от теплоотдачи наружного охлаждающего воздуха и от наружного коэффициента теплоотдачи, величину которого при инженерных расчётах можно практически принимать равным коэффициенту теплопередачи: $\alpha_{н} \approx k$. Для поддержания теплового баланса внутренней и наружной сторон теплообменника приходится в десятки раз развивать его наружную поверхность. Для этого используются теплообменные трубы с ребристой поверхностью, в которой поверхность рёбер составляет 80–90 % общей теплоотдающей поверхности теплообменника.

Положительный эффект от оребрённой поверхности труб достигается тогда, когда обеспечивается равенство термических сопротивлений внутренней и наружной сторон теплообменника, то есть:

$$\frac{1}{\alpha_{в} F_{вн}} = \frac{1}{\alpha_{н} F_{н}}, \quad (4)$$

где $F_{вн}$ и $F_{н}$ — площади поверхности внутренней и наружной сторон теплообменника, м².

Когда достигнут этот баланс, то дальнейшее увеличение площади наружной теплоотдающей поверхности становится бесполезным для процесса теплообмена. Увеличивать скорость воздушного потока для повышения коэффициента теплоотдачи имеет смысл тоже только до определённого предела, соответствующего значению критерия Re для развитого

Целью данной работы было испытание драйкулеров при воздушном и воздушно-испарительном способе охлаждения, сравнительная оценка эффективности их работы, рассмотрение аналитических и экспериментальных способов их расчёта

турбулентного потока. Дальнейшее увеличение скорости сопровождается преобладающим ростом аэродинамического сопротивления, что делает процесс теплообмена экономически бесполезным. Установлено [1], что поперечное обтекание воздухом пучка теплообменных труб выгоднее в тепловом и аэродинамическом отношении в том случае, когда величина критерия Нуссельта $Nu < 50$. Значительное увеличение коэффициента теплоотдачи теплообменника при сокращении площади теплоотдающей поверхности можно получить при помощи увлажнения его поверхности. Если при воздушном охлаждении передача теплоты в теплообменнике осуществляется в основном за счёт конвекции, то при воздушно-влажном охлаждении это происходит за счёт конвекции и испарения влаги.

Кроме того, насыщенный влагой воздух имеет способность воспринимать и отводить больше теплоты, чем сухой воздух, так как теплоёмкость воды почти в четыре раза больше теплоёмкости сухого воздуха. Воздушно-влажностное охлаждение уступает по интенсивности теплопередачи водяному охлаждению, но значительно превосходит воздушное охлаждение. В ряде случаев относительно простое в изготовлении и эксплуатации воздушно-влажностное охлаждение ока-

зывается намного эффективнее в работе не только воздушного, но и водяного охлаждения, что способствует его применению в теплоэнергетике и ряде отраслей промышленности.

Принципиальная схема работы драйкулера при воздушно-влажностном охлаждении приведена на рис. 1.

Целью данной работы было испытание драйкулеров при воздушном и воздушно-испарительном способе охлаждения, сравнительная оценка эффективности их работы, рассмотрение аналитических и экспериментальных способов их расчёта. Основные испытания проводились на драйкулере с двумя осевыми вентиляторами. Расход и расчётные параметры жидкого теплоносителя были определены заданием. Скорость и, следовательно, расход охлаждающего воздуха при испытаниях регулировались числом оборотов вентиляторов. Распыление водопроводной воды в воздушном потоке обеспечивали дисковые водораспределители. Равномерное распределение влаги по поверхности теплообменника с всасывающей стороны производилось с помощью выравнивающей насадки из тонкой фильтрующей ткани. Регулирование расхода и измерение температуры воды для увлажнения воздушного потока осуществлялось на подводящей водопроводной линии. Параметры воздуха на входе и выходе из теплообменника измерялись микроанемометром и термоанемометром, энтальпия определялась по $i-d$ -диаграмме. При составлении воздушно-теплого баланса теплообмена драйкулера, работающего в условиях молярно-молекулярного переноса теплоты, допускается использование уравнения Меркеля:

$$dQ_{п} = \sigma(I_{п} - I_c) dF, \quad (5)$$

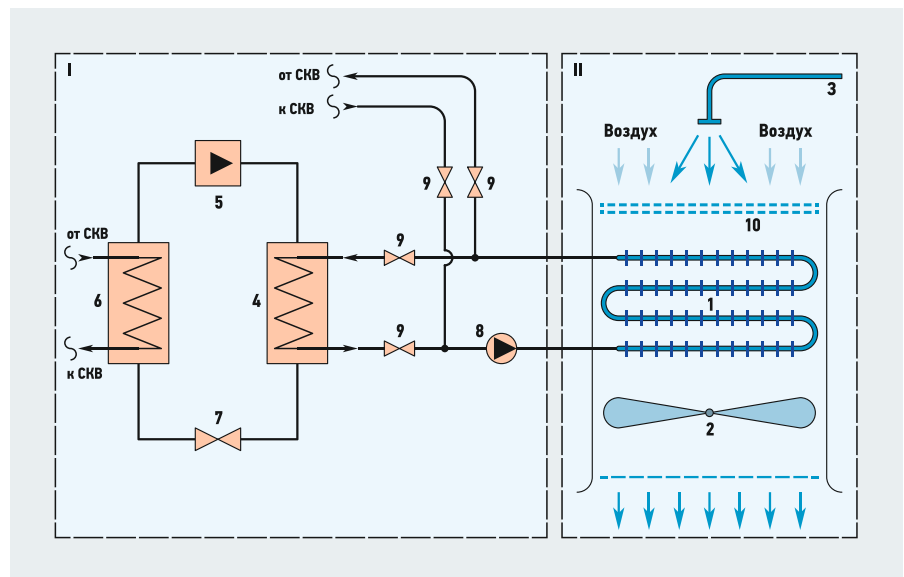


Рис. 1. Принципиальная схема работы драйкулера с орошением

где I_n — энтальпия воздуха вблизи влажной поверхности теплообменника, кДж/(кг с.в.); I_c — усреднённая энтальпия охлаждающего воздуха, кДж/(кг с.в.); σ — коэффициент испарения [кг/(м²·ч)], связанный с коэффициентом массообмена β [м/ч] формулой:

$$\sigma = \beta \rho, \quad (6)$$

а теплоту, воспринимаемую воздухом, можно представить в виде:

$$dQ_n = G dl, \quad (7)$$

где ρ — плотность воздуха, кг/м³; G — количество охлаждающего воздуха, кг/ч.

Результаты совместного решения (5) и (7) для стационарных условий теплообмена воздуха и влаги вблизи теплоотдающей поверхности при средних значениях температуры t_n и энтальпии I_n представляют собой уравнение:

$$\frac{\sigma}{G} dF = \frac{dl}{I_n - I}, \quad (8)$$

Аналогично решается задача воздушно-теплового баланса драйкулера, работающего в режиме только воздушного охлаждения:

$$\frac{\alpha_n}{Gc} dF = \frac{dt}{t_n - t}, \quad (9)$$

После интегрирования уравнения (8) и (9) имеют вид, для полной теплоты:

$$\frac{\sigma F}{G} = 2,3 \lg \left(\frac{I_n - I_1}{I_n - I_2} \right), \quad (10)$$

для явной теплоты:

$$\frac{\alpha_n F}{Gc} = 2,3 \lg \left(\frac{t_n - t_1}{t_n - t_2} \right), \quad (11)$$

при этом определяется количество проходящего через теплообменник воздуха:

$$G = \frac{\sigma F}{2,3 \lg \left(\frac{I_n - I_1}{I_n - I_2} \right)}, \quad (12)$$

где c — удельная теплоёмкость воздуха, кДж/(кг·К); I_1 и I_2 — начальные и конечные значения энтальпии охлаждающего воздуха, кДж/кг; t_1 и t_2 — начальная и конечная температуры воздуха, °С; I_n и t_n — энтальпия и температура воздуха вблизи влажной поверхности теплообменника.

При стационарном теплообмене можно воспользоваться уравнением:

$$Q_n = \sigma \Delta I F, \quad (13)$$

где ΔI — средняя логарифмическая разность энтальпий, кДж/кг.

После интегрирования уравнения (7) с учётом (12) количество теплоты, переданной воздуху, составляет:

$$Q_n = \frac{\sigma F (I_2 - I_1)}{2,3 \lg \left(\frac{I_n - I_1}{I_n - I_2} \right)}, \quad (14)$$

Для вычисления коэффициента теплоотдачи оребренных теплообменников существует ряд экспериментальных зависимостей, полученных на основании лабораторных испытаний

Из совместного решения (13) и (14) определяется средняя логарифмическая разность энтальпий между параметрами воздуха вблизи влажной поверхности и наружным воздухом:

$$\Delta I = I_n - I_c = \frac{I_2 - I_1}{2,3 \lg \left(\frac{I_n - I_1}{I_n - I_2} \right)}. \quad (15)$$

Пользуясь соотношением Льюиса, при инженерных расчётах определить величину коэффициента испарения σ [кг/(м²·ч)] можно с помощью коэффициента конвективной теплоотдачи α_n для воздушного охлаждения.

Для вычисления коэффициента теплоотдачи оребренных теплообменников существует ряд экспериментальных зависимостей, полученных на основании лабораторных испытаний [1–6] и применяемых только для расчёта тех или иных видов теплообменников. Например, для определения коэффициента теплоотдачи теплообменника с поперечным обтеканием воздушным потоком ребристых труб можно воспользоваться критериальным уравнением [4]:

$$Nu = c Re^n \left(\frac{d}{b} \right)^{-0,54} \left(\frac{h}{b} \right)^{-0,14}, \quad (16)$$

где d — наружный диаметр теплообменных труб; b — шаг рёбер; h — высота ребра. Значения постоянных величин c и n составляют: а) для коридорного расположения теплообменных труб и круглых рёбрах $c = 0,104$; $n = 0,72$; то же при квадратных рёбрах $c = 0,096$; $n = 0,72$; б) для шахматного расположения теплообменных труб и при круглых рёбрах $c = 0,223$; $n = 0,65$; то же при квадратных рёбрах $c = 0,205$; $n = 0,65$.

По уравнению (16) сначала вычисляется значение Nu , где в качестве определяющего размера в числе Re принимается шаг ребра, затем определяется коэффициент конвективной теплоотдачи:

$$\alpha_n = \frac{Nu \lambda_b}{b}. \quad (17)$$

При плёночно-капельном орошении теплообменников, которое имеет место при воздушно-влажностном охлаждении драйкулеров, диффузионный критерий Nu^* согласно [2] равен:

$$Nu^* = Nu(1 + 0,06 P_{уд}), \quad (18)$$

где $P_{уд} = P/(3600f)$; P — расход орошаемой воды, кг/с; f — площадь живого сечения теплообменника, м².

Коэффициент массообмена [м/ч] при воздушно-влажностном охлаждении составляет:

$$\beta = \frac{Nu^* D}{b}, \quad (19)$$

где D — коэффициент диффузии, м²/ч.

Можно, пользуясь [7], определить коэффициент конвективной теплоотдачи при воздушном охлаждении драйкулеров при помощи: числа единиц переноса теплоты NTU , а также отношения тепловых эквивалентов

$$W = \frac{Gc}{G_{ж}c_{ж}}$$

и относительного перепада температур

$$\theta = \frac{t_n - t_1}{t_n - t_2},$$

где $G_{ж}c_{ж}$ представляет собой тепловой эквивалент жидкого теплоносителя, кДж/(ч·°С); t_1 , t_2 и t_n — начальная, конечная температуры [°С] воздуха и температура воздуха вблизи поверхности теплообменника, соответственно.

Согласно [7], по известному графику Кейса и Лондона (рис. 2), задаваясь перепадом температур θ , который при пластинчатых теплообменниках составляет в среднем $\approx 0,55$ – $0,65$, сначала определяется величина NTU , а затем коэффициент теплоотдачи:

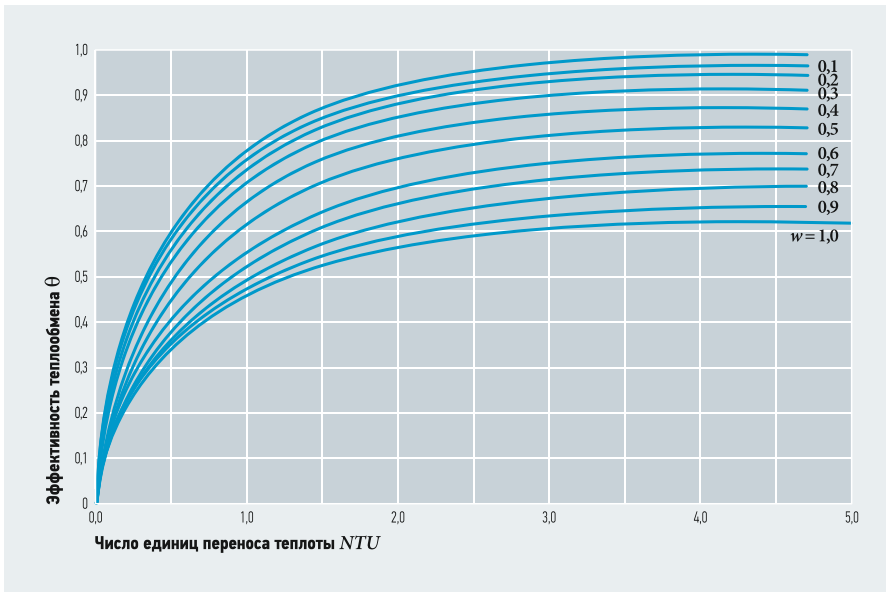
$$\alpha_n = \frac{NTU Gc}{F}. \quad (20)$$

Процесс теплообмена при воздушно-влажностном охлаждении можно рассчитать и наглядно представить при помощи i - d -диаграммы (рис. 3). Например, в момент испытаний драйкулера параметры наружного воздуха (точка 1) составляли: $t_1 = +25$ °С, $\phi_1 = 70$ %, $I_1 = 60,6$ кДж/(кг с.в.), при этом средняя температура водяной плёнки на поверхности теплообменника $t_n = +30$ °С. Параметры воздуха в момент контакта влажного воздуха с водяной плёнкой (точка П) приняты: $t_n = 30$ °С и $\phi = 100$ %. По расчёту, выполненному по одной из приведённых выше методик, определяется величина коэффициента конвективной теплоотдачи драйкулера. В данном случае $\alpha_n = 34,8$ Вт/(м²·К). Зная это, с помощью соотношения Льюиса определяются коэффициент испарения

$$\sigma = \alpha_n / c_b = 34,8 / (1,006 \times 0,278) = 124,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

и коэффициент массообмена

$$\beta = \sigma / \rho = 124,4 / 1,165 = 106,8 \text{ м}/\text{ч}.$$



•• Рис. 2. Зависимость эффективности теплообмена от числа единиц переноса теплоты

При воздушно-влажностном охлаждении конечная относительная влажность охлаждающего воздуха после контакта с теплообменником принимается равной $\varphi = 90\%$. На пересечении линии относительной влажности $\varphi = 90\%$ и прямой линии, соединяющей точки 1 и П, определяются конечные параметры воздуха (точка 2).

По i - d -диаграмме определяется энтальпия охлаждающего воздуха в непосредственной близости от влажной теплоотдающей поверхности: $I_{\Pi} = 99,1$ кДж/кг. С помощью уравнения (15) вычисляется средняя логарифмическая разность энтальпий:

$$\Delta I = I_{\Pi} - I_c = \frac{82,8 - 60,6}{2,3 \lg \left(\frac{99,1 - 82,8}{99,1 - 50,6} \right)} = 25,9 \text{ кДж/кг.}$$

По разности энтальпий ΔI на прямой линии 1-П находится точка С, показывающая усреднённые параметры охлаждающего воздуха $t_c = 26,8^\circ\text{C}$, $I_c = 73,2$ кДж/кг.

Соотношение полной и явной теплоты при воздушно-влажностном охлаждении составляет:

$$\frac{I_{\Pi} - I_c}{c_v(t_{\Pi} - t_c)} = \frac{82,8 - 73,2}{1,006 \times (30 - 26,8)} = 4,5.$$

Натурные испытания драйкулера подтвердили, что теплоотдача теплообменника при воздушно-влажностном охлаждении зависит в основном от скорости воздуха и от содержания в нём влаги и значительно превышает теплоотдачу при воздушном охлаждении. Как показывают испытания драйкулера при воздушно-влажностном охлаждении, увеличение скорости воздушного потока при постоянном расходе увлажняющей воды

сначала способствуют росту теплоотдачи, а потом с какого-то момента теплоотдача начинает уменьшаться, при этом возрастает аэродинамическое сопротивление теплообменника. Это объясняется тем, что повышенная скорость воздуха начинает разрушать и сдувать с теплоотдающей поверхности теплообменника тонкую водяную плёнку, которая, превраща-

При постоянной скорости воздушного потока увеличение в нём количества мелкодисперсной воды также вначале способствует росту теплоотдачи, которая с какого-то момента начинает уменьшаться

ясь в микроскопические ручейки, забивает живое сечение для прохода воздуха и способствует выносу водяных капель из теплообменника.

Условия, связанные с завершением максимальной теплоотдачи и началом разрушения водяной плёнки, можно описать [4] постоянным числом Вебера:

$$\frac{\rho v \delta}{\eta} = \text{const},$$

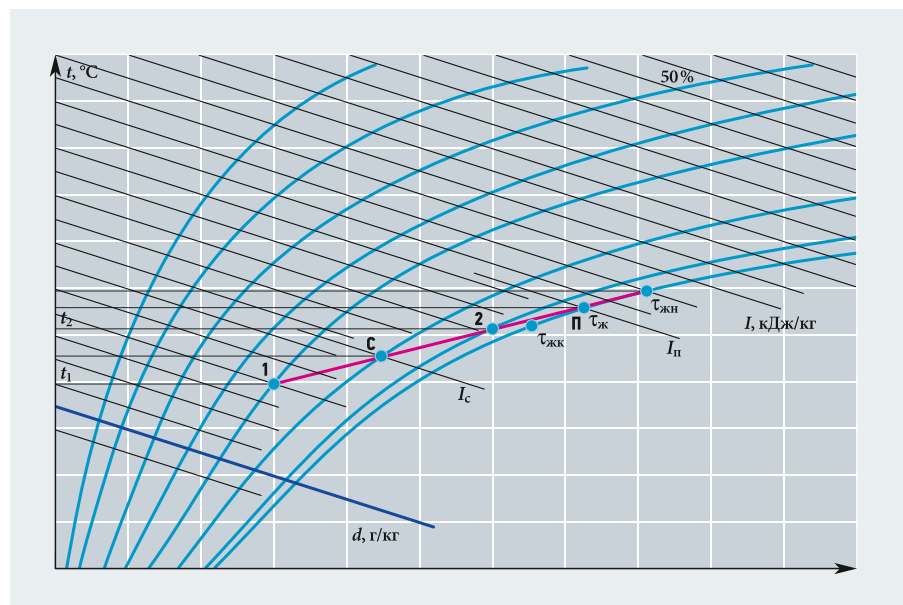
где η — коэффициент поверхностного натяжения плёнки жидкости, зависящий от температуры. Испытания драйкулера показали, что вынос водяных капель и начало уменьшения теплоотдачи теплообменника при воздушно-влажностном охлаждении начинается при скорости воздушного потока $\approx 7,5\text{--}8,0$ м/с.

На рис. 4 приводится график зависимости критерия Nu , представляющего коэффициент теплоотдачи, от числа Re , представляющего скорость воздушного потока, при воздушном и воздушно-влажностном охлаждении. При постоянной скорости воздушного потока увеличение в нём количества мелкодисперсной воды также вначале способствует росту теплоотдачи, которая с какого-то момента начинает уменьшаться.

Согласно опытным данным, при достижении концентрации влаги в воздушном потоке $\approx 0,6\text{--}0,7$ кг/(кг воздуха) дальнейший рост теплоотдачи уже прекращается.

Коэффициент теплоотдачи при воздушно-влажностном охлаждении можно также определить по критериальной зависимости [4], полученной экспериментальным путём:

$$Nu = 0,085 Re^{0,8} d^{0,2}. \quad (21)$$



•• Рис. 3. Изменение параметров охлаждающего воздуха при работе драйкулера

Затем коэффициент теплоотдачи вычисляется из совместного решения уравнений (21) и (16):

$$\alpha_n = 0,085 \lambda \left(\frac{v}{\nu}\right)^{0,8} \left(\frac{d}{b}\right)^{0,2}, \quad (22)$$

где d — влагосодержание охлаждающего воздуха, кг/кг; ν — скорость воздушного потока, м/с; ν — кинематическая вязкость воздуха, м²/с.

Без использования критериальной зависимости в расчётах влияние на коэффициент теплоотдачи теплообменника скорости воздушного потока и примеси в нём количества мелкодисперсной влаги можно выразить [3] при помощи массовой скорости воздушно-водяной смеси [кг/(м²·с)]:

$$\nu\rho = \frac{G_B + G_{ж}}{3600f}, \quad (23)$$

где G_B и $G_{ж}$ — количество воздуха и воды, входящее в состав воздушно-водяной смеси, соответственно, кг/ч; f — площадь живого сечения теплообменника, м².

При этом коэффициент теплоотдачи теплообменника при расчёте ребристой теплоотдающей поверхности трубочек, расположенных в шахматном порядке, определяется:

$$\alpha_n = 4,16 D_3^{0,095} D_n^{-0,5} (\nu\rho)^{0,595}, \quad (24)$$

то же при расчёте оребренных труб, расположенных в коридорном порядке:

$$\alpha_n = 6,46 D_3^{0,305} D_n^{-0,6} (\nu\rho)^{0,705}, \quad (25)$$

где D_3 и D_n — эквивалентный и наружный диаметры ребристых труб, соответственно, м;

$$D_3 = \frac{2(S_T - D_n)(b - \delta)}{(S_T - D_n) + (b - \delta)}, \quad (26)$$

где S_T — шаг рядов труб в вертикальном направлении.

Следует отметить, что расчёты коэффициентов теплоотдачи драйкулеров при воздушно-влажностном охлаждении с использованием числа Льюиса могут несколько отличаться от расчётов, выполненных по другим методикам, так как при выводе закона Льюиса было принято, что $\alpha_n/D = 1$, но при молярно-молекулярном процессе тепловлагообмена это соотношение может не соблюдаться. Кроме того, при расчёте и подборе теплообменников надо учитывать, что предлагаемые в справочниках и учебниках расчётные зависимости получены на основании опытных данных только определенной конструкции теплообменника, поэтому даже немного изменённая конструкция теплообменника требует дополнительных испытаний и корректировок в расчёте.

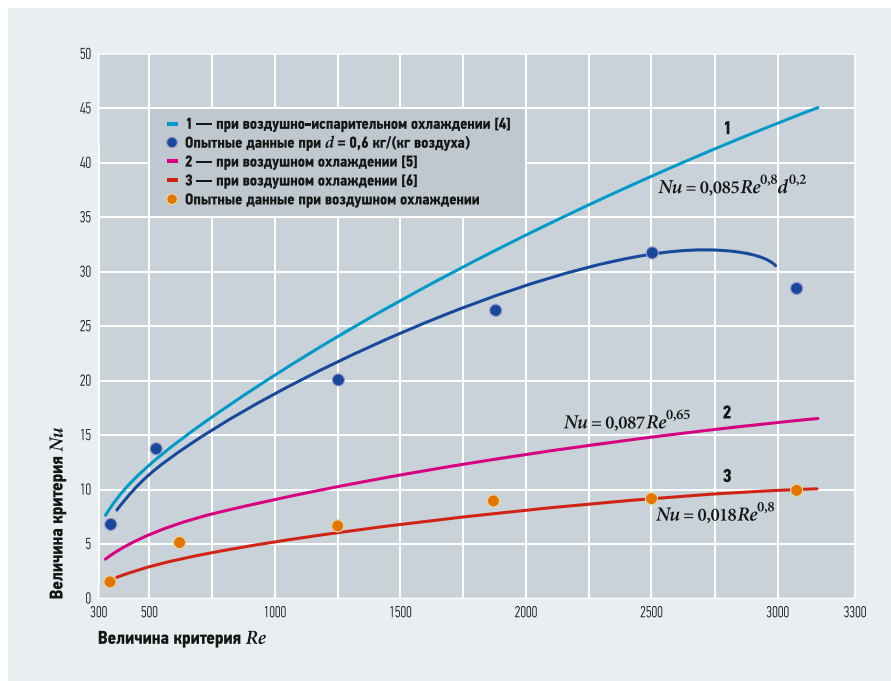


Рис. 4. Расчётные и опытные данные теплоотдачи теплообменника в зависимости от скорости воздушного потока

Выводы

1. Воздушно-влажностное охлаждение теплообменников намного эффективнее воздушного охлаждения и во многих случаях практически выгоднее водяного охлаждения.
2. При воздушно-влажностном охлаждении драйкулера коэффициент теплоотдачи теплообменника значительно увеличивается, что позволяет уменьшить площадь поверхности теплообмена, то есть временно отключить часть работающих драйкулеров.

При воздушно-влажностном охлаждении оптимальными условиями эксплуатации теплообменников, соответствующими максимальной величине теплоотдачи при минимальном аэродинамическом сопротивлении воздушного потока, является скорость в живом сечении теплообменника порядка 5,0–6,0 м/с и концентрация мелкодисперсной влаги в воздушном потоке 0,6–0,7 кг/(кг воздуха)

3. Опытные данные подтверждают, что при воздушно-влажностном охлаждении оптимальными условиями эксплуатации теплообменников, соответствующими максимальной величине теплоотдачи при минимальном аэродинамическом сопротивлении воздушного потока, яв-

ляется скорость в живом сечении теплообменника порядка 5,0–6,0 м/с и концентрация мелкодисперсной влаги в воздушном потоке $\approx 0,6$ – $0,7$ кг/(кг воздуха).

4. При расчёте воздухоохладителей с использованием числа Льюиса необходимо учитывать, что при ламинарно-переходном аэродинамическом режиме имеет место молярно-молекулярный перенос теплоты и влаги, поэтому отношение тепло- и влагообмена зависит не только от теплоёмкости воздуха, но и от его теплопроводности, а также от диффузии водяного пара в воздухе.
5. Совершенствование современной техники кондиционирования связано с интенсификацией процесса передачи теплоты и требует применения простых и эффективных методов охлаждения, к которым также можно отнести и воздушно-испарительное.

1. Андреев М.М., Берман С.С., Бугаев В.Т., Костров Х.Н. Теплообменная аппаратура энергетических установок. — М.: Машгиз, 1963.
2. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. — М.: Стройиздат, 1983.
3. Кокорин О.Я. Установки кондиционирования воздуха. — М.: Машиностроение, 1978.
4. Кремнев О.А., Сагановский А.Л. Воздушно-водоиспарительное охлаждение оборудования. — М.: Машиностроение, 1967.
5. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. — М.-Л.: Машгиз, 1962.
6. Михеев М.А. Основы теплопередачи. — М.: Госэнергоиздат, 1956.
7. ЦМИПКС при МИСИ им. Куйбышева. Методические указания по использованию низкотемпературных вторичных энергоресурсов в системах вентиляции и воздушного отопления. — М., 1990.

Конференция «Возобновляемая и малая энергетика'2015». Аналитический обзор

В июне 2015 года в Конгресс-Центре московского Экспоцентра состоялась XII Международная ежегодная научно-практическая конференция «Возобновляемая и малая энергетика '2015». В конференции приняло участие более 115 слушателей, было сделано 29 докладов по проблемам развития и применения возобновляемых источников энергии.

Авторы: П.П. БЕЗРУКИХ; С.В. ГРИБКОВ



Президиум конференции (слева направо): В. В. Елистратов, д.т.н., профессор, заместитель председателя Комитета ВИЭ РосСННО, директор НОЦ «ВИЭ»; П. П. Безруких, академик-секретарь секции «Энергетика» РИА, председатель Комитета ВИЭ РосСННО; С. В. Грибков, к.т.н., член-корреспондент РИА, в.н.с. ФГУП ЦАГИ, учёный секретарь Комитета ВИЭ РосСННО

По сложившейся традиции конференцию открыл Председатель Комитета по проблемам применения возобновляемых источников РосСННО заслуженный энергетик РФ, д.т.н., академик-секретарь секции «Энергетика» РИА П.П. Безруких, выступивший с приветственным словом к участникам конференции и информацией об общей ситуации в Российской Федерации, сложившейся в настоящее время в области развития и возможности применения возобновляемых источников энергии. Далее П.П. Безруких вы-

ступил с ретроспективным докладом [1], в котором дал анализ развития системной ветроэнергетики в мире. Показал динамику роста установленных мощностей ВЭУ в ведущих странах с развитой ветроэнергетикой. Согласно отчёту World Wind Energy Association, установленная мощность ВЭУ в мире с 17 ГВт в 2000 году выросла на конец 2014 года до 369 ГВт, то есть выросла в 21,7 раз. В ведущих 24 странах мира мощность установленных ВЭУ составляет от 1,959 ГВт в Бельгии до 114,763 ГВт в Китае (табл. 1).

Установленная мощность ВЭС 24 стран мира в 2014 году

табл. 1

Страна	Мощность ВЭС, ГВт	Страна	Мощность ВЭС, ГВт
Китай	114,763	Дания	4,845
США	65,879	Польша	3,834
Германия	39,165	Австралия	3,806
Испания	22,987	Турция	3,763
Индия	22,465	Румыния	2,954
Великобритания	12,440	Нидерланды	2,805
Канада	9,694	Япония	2,789
Франция	9,285	Мексика	2,381
Италия	8,663	Ирландия	2,272
Бразилия	5,939	Австрия	2,095
Швеция	5,425	Греция	1,980
Португалия	4,914	Бельгия	1,959

Доля производителей ветроустановок на рынке (TOP-11)

табл. 2

Фирма	Страна	Доля в 2012 году, %	Доля в 2013 году, %	Доля в 2014 году, %
Vestas	Дания	14,0	13,1	12,3
Goldwind	Китай	6,0	11,0	9,0
Enercon	Германия	8,2	9,8	7,8
Siemens Wind Power	Германия	9,5	7,4	9,9
GE Wind	США	15,5	6,6	9,1
Gamesa	Испания	6,1	5,5	4,7
Surlon Group	Индия	7,4	5,3	5,8
United Power	Китай	4,7	4,0	5,1
Mingyang	Китай	2,7	3,5	4,4
Nordex	Германия	-	3,3	-
Sinovel (Envision)	Китай	3,2	-	(3,8)
Прочие	-	22,6	30,5	28,2
Китай (суммарно)	-	16,6	18,5	22,3

Источник: REN 21.2013.2014.

Динамика доли ветроэнергетики в общем производстве электроэнергии в мире табл. 3

Год	Производство электроэнергии в мире, ГВт·ч	В том числе ветро-станциями, ГВт·ч	Доля ветро-энергетики, %
1990	11 873 184	3880	0,0327
1995	13 309 852	7949	0,06
2000	15 505 742	31 369	0,2
2005	18 367 116	103 874	0,56
2010	21 559 212	341 347	1,58
2011	22 252 180	435 250	1,95
2012	22 752 217	520 543	2,29
2013	23 127 000	620 000	2,7 (2,9)*
2014	н.д.	н.д.	3,5

Источник: IEA Statistics.

Доля ветроэнергетики в общем производстве электроэнергии стран ЕС (2013 год) табл. 4

Страна	Производство электроэнергии на ВЭС, ГВт·ч	Общее производство электроэнергии, ГВт·ч	Доля ветроэнергетики, %	
			2013	2012
Испания	54 301	285 300	19,0	16,0
Германия	53 400	633 600	8,4	11,0
Великобритания	25 626	356 600	7,2	6,0
Франция	15 900	568 300	2,8	3,0
Италия	14 886	288 400	5,2	5,0
Португалия	11 939	52 700	22,6	17,0
Дания	11 105	34 600	32,1	27,0
Швеция	9900	160 400	6,2	5,0
Польша	6600	162 400	4,1	3,0
Нидерланды	5574	95100	5,9	4,0
Ирландия	5000	25300	19,8	13,0
Бельгия	4474	85100	5,3	4,0
Румыния	4047	59400	6,8	7,0
Греция	3500	58300	6,0	6,0
Австрия	2882	67700	4,3	4,0

Источники: BP Statistical Review of World Energy, June 2014; Wind Power in the European Union, 2014.

Оценка нормированной себестоимости электроэнергии* табл. 5

Тип станции	Норм. себестоимость электроэнергии (LEC), \$/МВт·ч					
	Мин.		Средняя		Макс.	
	2010	2018	2010	2018	2010	2018
Обычные угольные	90,1	89,5	99,6	100,1	116,3	118,3
Усовершенствованные угольные	103,9	112,6	112,2	123,0	126,1	137,9
Усовершенствованные угольные с CCS (системы улавливания и поглощения)	129,6	123,9	140,7	135,5	162,4	152,7
На природном газе (тип):						
— Обычные комбинированного цикла	61,8	62,5	68,6	67,1	88,1	78,2
— Усовершенствованные комбинированного цикла	58,9	60,0	65,5	65,6	76,1	76,1
— Усовершенствованные СС (комбинированный цикл) с CCS	82,8	87,4	92,8	93,4	107,5	107,5
— Обычные газотурбинные	94,6	104,0	132,0	130,3	149,8	149,8
— Усовершенствованные газотурбинные	80,4	90,3	105,3	104,6	119,0	119,0
Усовершенствованные ядерные	108,4	104,4	112,7	108,4	120,1	115,3
Геотермальные	85,0	81,4	99,6	89,6	113,9	100,3
Биомасса	101,5	98,0	120,2	111,0	142,8	130,8
ВЭС	78,2	73,5	96,8	86,6	114,1	99,8
ВЭС — «Оффшорные»	307,3	183,0	330,6	221,5	350,4	294,7
Солнечные фотоэлектрические	122,2	112,5	156,9	144,3	245,6	224,4
Солнечные тепловые	182,7	190,2	251,0	261,5	400,7	417,6
Гидро-	58,6	54,4	89,9	90,3	149,7	149,2

* Электростанций в 2010 году и вводимых в 2018 году.

Наиболее объективной экономической оценкой различного вида электростанций служит так называемая нормированная (выровненная) себестоимость производства электроэнергии — Levelised Cost of Energy, Levelised Cost of Electricity, Levelised Energy Cost

Среди ведущих производителей ВЭУ больших мощностей можно выделить 11 предприятий (табл. 2).

Рассматривая темпы роста объемов производства электроэнергии в мире, следует отметить её постоянный рост: так, в 1990 году это было всего 0,0327% от общей выработки электроэнергии в мире до 2,7% в 2013 году, и по прогнозам в 2014 году — 3,5% (табл. 3).

Несколько иная статистика по странам Евросоюза. Если в Польше это всего 3%, то в Дании — 27% (табл. 4).

Одной из важных характеристик эффективности работы ВЭУ является коэффициент использования установленной мощности. Рассматривая его минимальное (максимальное) значение в 24-х ведущих странах мира, следует отметить его рост: так, например, в США он вырос с 0,251 (0,253) в 2000 году до 0,313 (0,316) в 2012 году; в Испании с 0,229 (0,273) до 0,243 (0,249); Канаде с 0,209 (0,219) в 2000 году до 0,425 (0,46) в 2012 году.

Наиболее объективной экономической оценкой различного вида электростанций служит так называемая нормированная (выровненная) себестоимость производства электроэнергии (Levelised Cost of Energy (LCOE), Levelised Cost of Electricity (LCOE), Levelised Energy Cost (LEC)). В табл. 5 приводятся оценка нормированной себестоимости электроэнергии электростанций в 2010 году и вводимых в 2018 году, работающих на органическом топливе и на возобновляемых источниках энергии. При её расчёте учитываются все доходы и расходы за весь срок службы электростанции: первоначальные инвестиции, расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание, стоимость топлива, стоимость капитала, себестоимость электроэнергии.

На примере динамики роста мощностей ветростанций, установленных в ведущих странах мира, показано, что для ввода ВЭС с суммарной мощностью до 5–6 ГВт, что планируется установить в России, имеющей в настоящее время суммарную мощность установленных ветроустановок около 10 МВт, потребуется не менее пяти лет.



В. В. Елистратов, д.т.н., профессор, директор Научно-образовательского центра «ВИЭ»



Экспериментальная ветро-солнечно-дизельная станция в Ставропольской области Российской Федерации

Большое внимание на конференции было уделено развитию ветроэнергетики малых мощностей, и как наиболее перспективному развитию ветро-солнечно-дизельных комплексов, которые имеют высокую эффективность за счёт экономии дизельного топлива, стоимость которого возрастает за счет транспортных расходов. Были предложены различные технические решения по построению комплексов, алгоритмов их работы (директор НОЦ «ВИЭ», профессор, д.т.н., В.В.Елистратов; ведущий научный сотрудник ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского», член-корреспондент РИА, к.т.н. С.В. Грибков; директор АНО «Атмограф», член-корреспондент РИА, д.т.н. В.Г. Николаев; аспирант ФГБНУ ВИЭСХ В.В. Николаев; доцент кафедры «Атомные станции и возобновляемые источники энергии» ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина», к.т.н. В.И. Велькин).

Профессор В.В. Елистратов рассказал об идеологии построения модульных ветро-дизельных станций средней мощности (100–200 кВт) на примере проекта строительства ветро-дизельной станции в посёлке Амдерма в Ненецком автономном округе [4]. Ведущий научный сотрудник ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского» С.В. Грибков доложил о работах по созданию ветро-солнечно-дизельных комплексов малой мощности и оптимизации работы дизельных станций малой мощности для удалённых поселений неценовой зоны [2, 3]. Одним из пионерских проектов являются проект сооружения ветро-солнечно-дизельной станции в деревне Пялица Терского района Мурманской области.

Сроки окупаемости ветро-дизельных комплексов зависят от стоимости топ-

лива, выбранного оборудования, обоснованной стоимости электроэнергии и суточной продолжительностью работы ВЭУ, что определяется характером ветров. Проведённые оценки сроков окупаемости ветро-дизельных станций на Кольском полуострове не превышают трёх-четырёх лет.

В последние годы повысился интерес к вертикально-осевым установкам. В частности, предприятием ФГУП «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева» по аэродинамической схеме, предложенной ЗАО НИЦ «Виндэк» и испытанной в ФГУП ЦАГИ, изготовило экспериментальную ветро-солнечно-дизельную станцию в Ставропольском крае, опытная эксплуатация которой подтвердила правильность выбранной аэродинамической схемы ВЭУ.

Доцентом В.И. Велькиным предложено программное обеспечение, которое по реальным ресурсам возобновляемых источников энергии данной местности по-

зволяет сделать оптимальный выбор соотношения мощностей первичных источников, использующих энергию солнца, ветра и дизельной станции [5].

С докладом об опыте сооружения первой очереди Усть-Камчатской ВЭС мощностью 900 кВт, строительство которой было произведено в ноябре-декабре 2014 года, и перспективами развития ветроэнергетики на Камчатке выступил ведущий специалист предприятия ОАО «Передвижная энергетика» В.Я. Шейн, соорудивший ранее Воркутинскую ВЭС и Чукотскую ВДЭС.

На Усть-Камчатской ВЭС установлена ветроустановка японской компании Komai, специально адаптированная под российские условия эксплуатации и монтажа. Вторая очередь станции будет завершена в ноябре 2015 года [6]. Что интересно, если для монтажа первой ветровой энергетической установки использовался подъёмный кран, то монтаж последующих ВЭУ будет осуществляться без использования подъёмной техники.

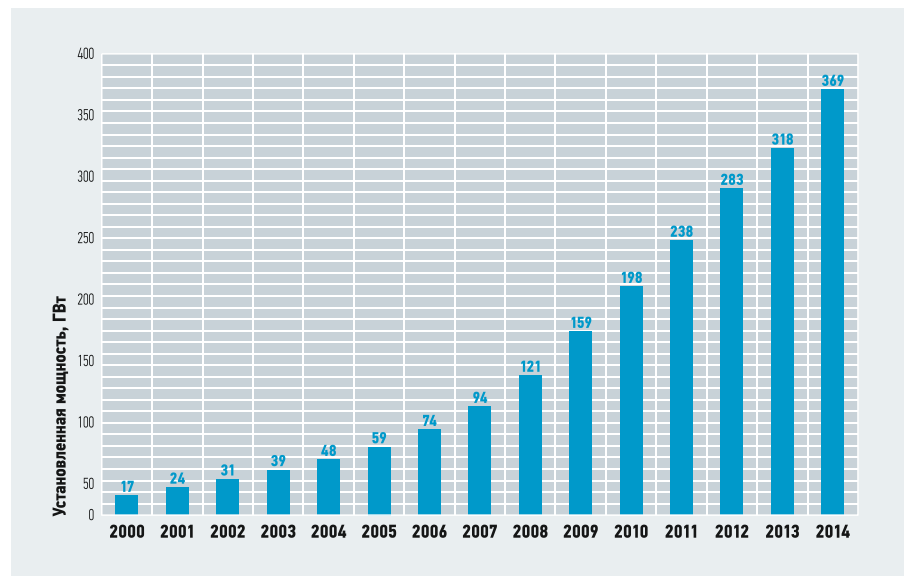


Рис. 1. Динамика роста установленной мощности ВЭУ в мире (2000–2014 годы)



●● В. Я. Шейн, ведущий специалист производственного предприятия «Передвижная энергетика»



●● В. В. Харченко, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ ВИЭСХ



●● Кош-Агачская солнечная электростанция мощностью 5 МВт (село Кош-Агач, Кош-Агачский район, Республика Алтай)



●● Солнечная энергоустановка на крыше железнодорожного вокзала города Анапа для ОАО «РЖД» (мощность установки 70 кВт)

Одним из интереснейших докладов был подготовлен академиком РАН директором ФГБНУ ВИЭС Д.С. Стребковым [7]. Его доклад был зачитан главным научным сотрудником ФГБНУ ВИЭСХ профессором, д.т.н. В.В. Харченко. Весьма интересно, что впервые фотоэффект был обнаружен 19-летним французским физиком Александром Беккерелем в 1839 году. Первые же явления возникновения фотоэлектричества в р-п-переходе были открыты спустя 102 года в 1941 году. С чего и началось развитие современной фотовольтаики.

В настоящее время ООО «Авелар Солар Технолоджи» реализует проекты строительства солнечных станций более, чем в десяти регионах России (докладчик — директор по внедрению А. Хафизов) [8]. Предприятием реализовано девять крупных проектов и установлено шесть тестовых установок. Самые крупные проекты, реализованные в рамках выполнении Указа Президента РФ от 7 мая 2012 года №596 «О долгосрочной государственной экономической политике» — это Алтайская Кош-Агачская солнечная электростанция мощностью 5 МВт, построенная 4 сентября 2014 года, и Переволоцкая солнечная электростанция в Оренбургской области мощностью 5 МВт, сооружение которой завершено 20 мая 2015 года. В настоящее время

(с 28 мая 2015 года) сооружается первая очередь Бурибаевской СЭС в Республике Башкортостан мощностью 10 МВт.

Кроме сетевых СЭС, предприятие разработало и устанавливает автономные солнечно-дизельные электростанции, предназначенные для электроснабжения удалённых территорий, не охваченных централизованной энергосистемой. Применение таких станций позволяет увеличить электроснабжение с 16-часового до круглосуточного, экономя при этом топливо до 40% (АГЭУ 100 кВт, территория ФГБУ «Алтайский природный биосферный заповедник», село Яйлу).

Среди других проектов, выполненных предприятием, можно назвать: остров Валаам, территория Спасо-Преобра-

Кроме сетевых солнечных электростанций, разработаны и устанавливаются автономные солнечно-дизельные электростанции, предназначенные для электроснабжения удалённых территорий, не охваченных централизованной энергосистемой. Применение таких станций позволяет увеличить электроснабжение с 16-часового до круглосуточного

женского монастыря, Аптекарский сад (сетевая ФЭС 60 кВт (июль 2012 года), «Апарт-отель» (сетевая фасадная ФЭС 43 кВт город Сочи, Адлер, Имеретинская низменность), сетевая ФЭС мощностью 127,5 кВт на крыше крыши железнодорожного вокзала «Олимпийский парк» в городе Сочи, Адлер (сентябрь 2013 года), солнечная энергоустановка на крыше железнодорожного вокзала города Анапа для ОАО «РЖД», сетевая ФЭС мощностью 44 кВт на территории завода по производству тонкоплёночных солнечных модулей «Хевел» (Республика Чувашия, город Новочебоксарск) и др.

Одним из перспективных направлений развития возобновляемых источников энергии является использование геотермальных источников энергии, которая широко используется во многих странах мира. С докладом об её использовании в мире и России выступил генеральный директор ЗАО «Геотерм-ЭМ», д.т.н., профессор Г.В. Томаров [9].

На сегодняшний день в 27 странах мира суммарная мощность установленных геотермальных станций (далее — ГеоЭС) составляет 12 640 МВт. Лидерами по установленной мощности энергоблоков ГеоЭС являются США — 3450 МВт, Индонезия — 1340, Новая Зеландия — 1035 и Мексика — 1019. В России установленная мощность ГеоЭС составляет 82 МВт.

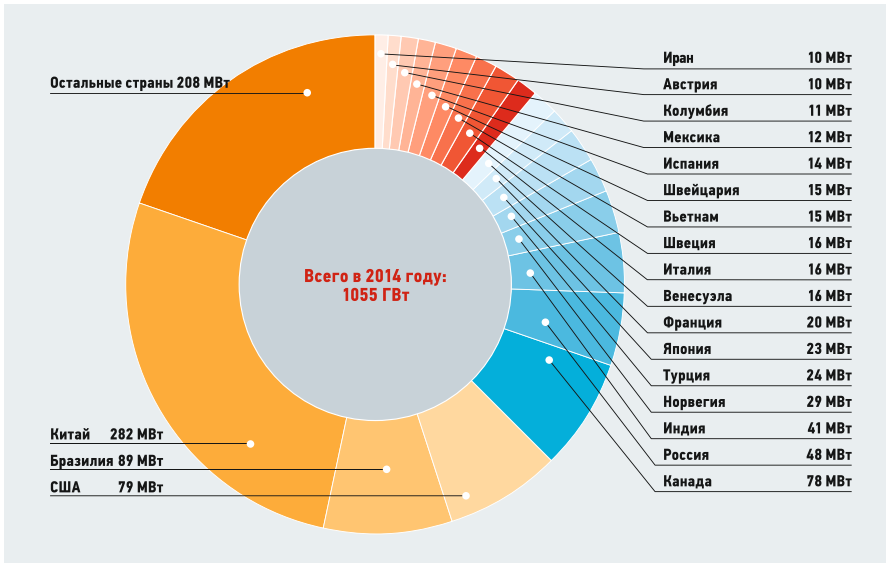


Рис. 2. Современный уровень развития малой гидроэнергетики в мире

Общий запас геотермальных ресурсов в России в 10 раз превышает запасы энергии органического топлива. В России успешно работают девять ГеоЭС. Все отечественные ГеоЭС, также как и подавляющее большинство других геотермальных электростанций в мире [4], расположены на месторождениях, где добываемый геотермальный теплоноситель находится в двухфазном состоянии. При этом для выработки электроэнергии используется только пар, а жидкая фаза (сепарат) не используется в технологической схеме и закачивается обратно в геотермальный резервуар.

Так, на камчатской Мутновской ГеоЭС установленной мощностью 50 МВт (2×25) значительное количество сепарата (около 300 кг/с) с температурой выше 150 °С, получаемого в результате разделе-



Мутновская ГеоЭС 50 (2×25) МВт (введена в эксплуатацию в 2002 году)

ния пароводяной смеси, поступающей от продуктивных скважин с месторождения, не используется в технологическом процессе и закачивается обратно в геотермальный резервуар через реинжекционные скважины.

В России за последние двадцать лет было разработано и изготовлено отечественное оборудование, построены и эксплуатируются одиннадцать геотермальных энергоблоков различных типов-размеров мощностью от 0,5 до 25 МВт, использующих геотермальный теплоноситель с температурой от 120 до 160 °С. Себестоимость электроэнергии, вырабатываемой на российских ГеоЭС, значительно ниже, чем на электрогенерирующих установках в этих регионах, использующих природный газ, дизельное и другие виды органического топлива.

Российское геотермальное энергетическое оборудование по ряду технико-экономических характеристик превосходит мировые аналоги. Например, геотермальные энергоблоки Мутновской ГеоЭС (Камчатка) мощностью 25 МВт имеют в своём классе наивысшие показатели энергетической эффективности по удельному расходу пара — 6,89 кг/кВт·ч и КПД «брутто» — 20,1%. Уникальные отечественные сепараторы гравитационного типа обладают наилучшей эффективностью очистки пара от содержащей минеральные примеси влаги. Степень влажности пара на выходе из этих сепараторов в широком диапазоне нагрузок не превышает 0,05%.

Дальнейшее развитие российской геотермальной энергетики, предполагающее активное вовлечение геотермальных ресурсов в электрогенерацию, возможно не только за счёт бурения новых, а также использования пробурённых ранее скважин и сооружений на их базе ГеоЭС, но также на основе повышения эффективности использования добываемого теплоносителя путём увеличения установленной мощности действующих ГеоЭС при утилизации сбросного геотермального сепарата. Примером тому может служить перспектива развития Мутновской ГеоЭС. Строительство второй очереди этой электростанции позволит увеличить её мощность до 120 МВт, при имеющемся потенциале выработки электроэнергии не менее 300 МВт.

Одним из перспективных направлений развития возобновляемых источников энергии является малая гидроэнергетика. Ведущим предприятием в Российской Федерации по микро и мини-ГЭС является ЗАО «МНТО ИНСЭТ» (генеральный директор — к.т.н Я.И. Бляшко).

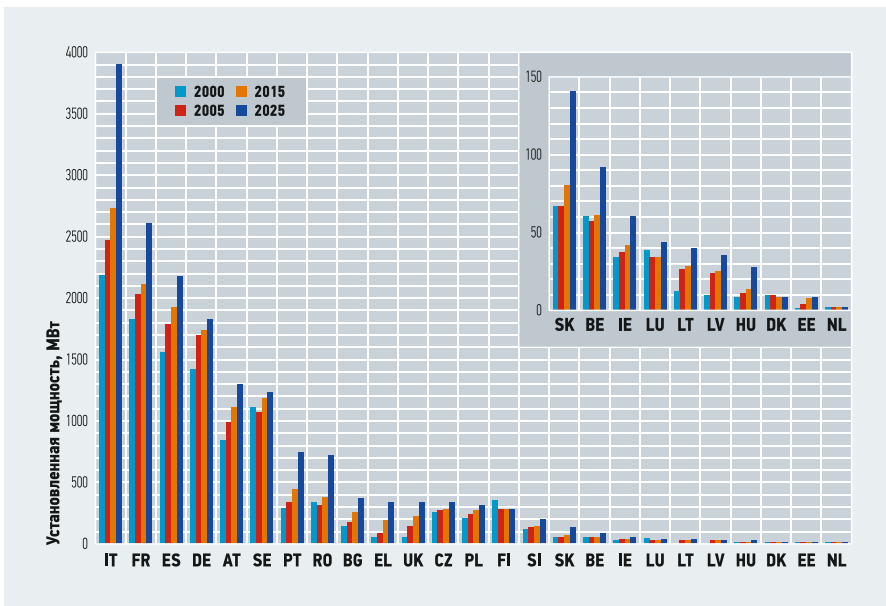


Рис. 3. Уровень развития малой гидроэнергетики в Европе



●● Я. И. Бляшко, к.т.н., генеральный директор производственной компании ЗАО «МНТО ИНСЭТ» (Санкт-Петербург)



●● М. Ю. Румянцев, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой ЭКАО и ТП НИУ Московского энергетического института (МЭИ)

В своём выступлении Я.И. Бляшко отметил, что существует две принципиальные технологии построения малых гидроэлектростанций — деривационные и русловые [10]. В настоящее время в мире установленная мощность малых ГЭС составляет 1,055 ГВт (рис. 2). Малые ГЭС могут сооружаться на естественных водотоках, а также на водосбросах из водохранилищ, искусственных прудов, шлюзов, и на гидравлических системах: питьевых водоводах, технологических водотоках, водосбросах ТЭЦ, АЭС, очистных сооружений. Уровень развития малой гидроэнергетики в Европе представлен на рис. 3.

За 27 лет работы в области малой гидроэнергетики ЗАО «МНТО ИНСЭТ» изготовило и поставило более 80 гидроагрегатов для 38 станций суммарной мощностью около 40 МВт и 150 микро-ГЭС. В страны СНГ поставлено оборудование для 19 МГЭС, в том числе: в Армению (четыре малых ГЭС), Белоруссию (пять малых ГЭС), Грузию (две малых ГЭС), Таджикистан (шесть малых ГЭС), Казахстан, Киргизию, Узбекистан (по одной малой ГЭС). Уругутская МГЭС в Узбекистане осуществлено на канале Обводной Даргом. Станция введена в эксплуатацию в 2003 году. Установлено шесть гидроагрегатов мощностью по 500 кВт с пропеллерной турбиной диаметром 1250 мм.

Основными экономическими показателями, как отметил Я.И. Бляшко, являются: стоимость 1 кВт установленной мощности для малых ГЭС — 100–140 тыс. руб.; стоимость оборудования 35–40% стоимости МГЭС; себестоимость 1 кВт·ч — 0,4–0,8 руб.; эксплуатационные затраты — 1,2–1,5% стоимости МГЭС. На фото представлены некоторые МГЭС, построенные МНТО «ИНСЭТ».

С совершенно новым направлением развития возобновляемой энергетики

выступил заведующий кафедрой ЭКАО и ТП НИУ МЭИ, к.т.н., доцент М.Ю. Румянцев предложивший проект создания модельного ряда автономных, доступных по цене энергетических установок малой мощности (10–200 кВт) на основе надёжных генераторов с возбуждением от постоянных магнитов на лепестковых газодинамических опорах, работающих на местном низко реактивном топливе, включая возобновляемое биотопливо, с целью дальнейшего освоения Сибири, Крайнего Севера и других регионов, не охваченных централизованным электро- и теплоснабжением [11].

В основе проекта положены уникальные разработки кафедрой ЭКАО и ТП

НИУ Московского энергетического института (МЭИ) высокоэффективных турбогенераторов (рис. 4), которые приводятся во вращение высокоэффективными паровыми турбинами, работающими от паровых котлов. Применение таких систем электроснабжения позволит повсеместно вне зависимости от природных условий решить проблему электроснабжения.

С докладом о перспективах развития биоэнергетики и возобновляемой энергетики в России выступил д.т.н. профессор Е.С. Панцхава. Им приводится анализ прогнозов развития биоэнергетики на период 2014–2040 годов при низких ценах на ископаемые углеводороды [12].



●● Микро-ГЭС мощностью 7–9 кВт на сливе оборотной воды горнодобывающего комбината (введена в 2012 году)



●● Гидроагрегат микро-ГЭС «Фаснал» (Россия), установлено три агрегата ГА9 мощностью по 1600 кВт и один агрегат ГА10М



●● Машинный зал микро-ГЭС «Ляскеля» (Нарвья), установлены шесть гидроагрегатов ГА8М мощностью по 800 кВт



●● Гидроагрегат К200 мощностью 200 кВт микро-ГЭС Pico Blanco (Куба, 2014 год)

На примере США, ЕС и всего остального мира показано, что при понижении стоимости нефти со \$100–110 до \$50–60 за баррель развитие биоэнергетики (биотоплив) не только не уменьшится, но будет активно развиваться. Современная мировая экономика в значительной степени зависит от нефти и других ископаемых углеводородов. На примере США видно, что 66% потребляемой нефти используется в транспорте (бензин, авиакеросин, ДТ и др.). Возобновляемой альтернативой этим видам моторного топлива могут быть: биодизель, биобензин, биокеосин, ДМЭ, частично: биоэтанол, биометанол, биобутанол и биоизобутанол. Ис-



Выступление Е. С. Панцхава, д.т.н., профессора

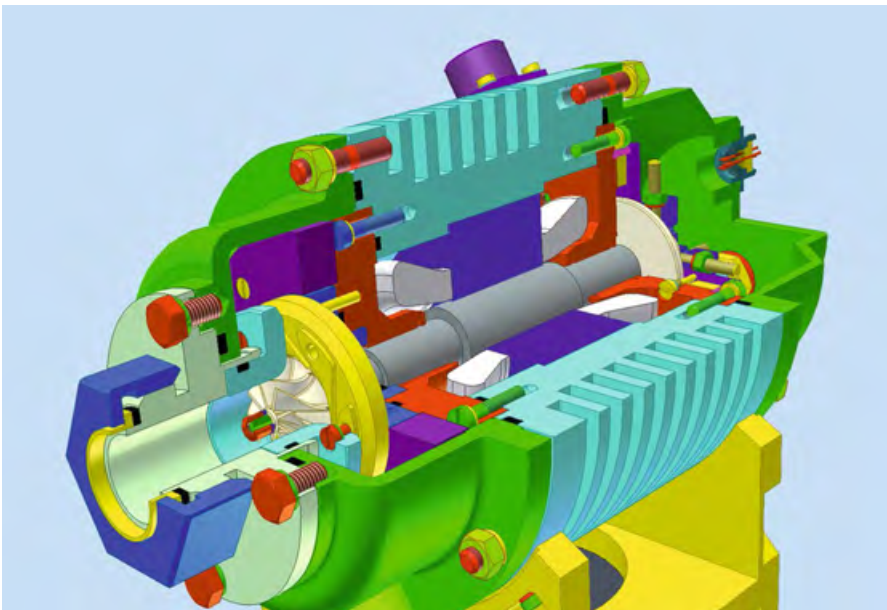


Рис. 4. Конструкция турбогенератора кафедр ЭКАО и ТП НИУ МЭИ

ходным сырьём для «БиоДТ» являются технические растительные масла (ТРМ), а для каталитического синтеза «БиоБензина», «БиоКеросина», ДМЭ — «Син-Газ», биоэтанол, биометанол, биобутанол, биоизобутанол. ТРМ является продуктом наземной (вышние и низшие растения) и водной флоры (водоросли); «Син-Газ» — продуктом газогенерации и пиролиза лигно-целлюлозы (древесины); биоэтанол — продуктом ферментации растительных углеводов (кукуруза, сладкое сорго, картофель, сахарный тростник (богасса) и меласса, целлюлоза древесины, топинамбур и т.д.). Все вышеперечисленные продуценты биоуглеводородного сырья являются фотосинтетиками, поэтому основная задача для биоэнергетиков — это повышение коэффициента фотосинтеза этих продуцентов с использованием технологий геной инженерии.

Россия, приступив к созданию нормальной экономики должна активно развивать все виды ВИЭ, в том числе

и биоэнергетику, в целях решения проблем экологии, энергетики и социальных проблем в секторах АПК, ЛПК и ЖКХ.

С докладом «Использование методов моделирования в возобновляемой энергетике» выступил заведующий лабораторией возобновляемой энергетики Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, академик РИА, д.т.н., профессор А.А. Соловьёв [13].

Модельный подход, в особенности, становится полезным в тех случаях, когда возникает необходимость обосновать применимость инновационных технологических решений в энергетических установках, использующих возобновляемый энергоноситель. Между тем, в практике энергетических исследований метод моделирования используется сравнительно мало, да и то больше подсознательно, чем целенаправленно. Больше предпочтение отдаётся методу теоретического моделирования установок, использующих возобновляемые энергоресурсы.

А.А. Соловьёв ознакомил участников конференции с результатами исследований, выполненных в лаборатории возобновляемых источников энергии с использованием лабораторного моделирования процессов преобразования солнечной энергии в кинетическую энергию аэротермических движений, в биомассу, аккумулирующую энергию фотосинтеза, в фотоэлектричество.

Одним из актуальных направлений возобновляемой энергетики является использование низкопотенциальных источников энергии, которое получило широкое распространение за рубежом.

В России это направление находит применение и в горнорудной промышленности. Об их применении и их эффективности рассказал академик МИА, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Горного института УрО РАН, генеральный директор Ассоциации энергетиков Западного Урала (город Пермь), Д.Г. Закиров.

К источникам низкопотенциального тепла в горнорудных и угольных предприятиях является теплота горных пород, шахтные воды, вентиляционные выбросы, оборотная вода технологических процессов хозяйственно-бытовые стоки. Имеющуюся низкопотенциальную теплоту можно утилизировать с разработкой и внедрением теплонасосных технологий [14].

В 1988 году впервые в СССР была разработана и внедрена технология утилизации тепла оборотной воды компрессоров на шахте «Ключевская» производственного объединения «Кизелуголь» (Пермская область) с применением тепловых насосов для улучшения охлаждения процесса сжатия воздуха и отопления промышленной площадки шахты.

В 1994 году был выполнен рабочий проект технологического комплекса утилизации низкопотенциального тепла



•• А. А. Соловьёв, д.т.н., профессор, академик РИА, заведующий лабораторией возобновляемой энергетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова



•• Д. Г. Закиров, д.т.н., профессор, академик МИА, главный научный сотрудник Горного института УрО РАН, генеральный директор Ассоциации энергетиков Западного Урала (город Пермь)

шахтной воды для шахты «Зенковская» АО «Прокопьевскуголь» теплонасосной установки мощностью 2,4 МВт, а в 1995 году рабочий проект, предусматривавший применение тепловых насосов для шахты «Степановская» АО «Ростовуголь» по утилизации низкопотенциальной теплоты хозяйственно-бытовых стоков с целью улучшения температурного режима их очистки.

В 1999 году для шахты «5–6» АО управляющая компания «Прокопьевскуголь» была разработана технология утилизации низкопотенциального тепла шахтной воды (защищена рядом патентов РФ), конструкторская документация на спецоборудование, технический и рабочий проекты на внедрение технологии. Нововведение позволило получать более 25 тыс. Гкал/год экологически чистой тепловой энергии. Срок окупаемости проекта составил четыре года.

В 2001 году на шахте «Осинниковская» ОАО «Кузнецкуголь» в Кемеровской области впервые в России была испытана опытно-промышленная установка по утилизации низкопотенциального тепла шахтных вод.

В 2013 году после проведения энергетических обследований нефтяных шахт (нефтяное управление «Яреганефть» ООО «Лукойл-Коми») было разработано технико-экономическое обоснование утилизации низкопотенциального тепла шахтных вод для целей теплоснабжения объектов предприятия. Шахтные воды с температурой 30°C откачиваются объёмом 3500 м³/сут. Однако тепло этих вод полезно никак не используется. Потенциально возможная мощность после утилизации низкопотенциального тепла составляет 4219 кВт. Стоимость выработки 1 Гкал тепловой энергии теплонасосной технологии в 1,7 раза ниже себестоимости тепловой энергии в котельной предприятия.

Внедрение теплонасосных технологий даёт большой экономический эффект. Эксплуатационные затраты при использовании теплонасосных технологий в качестве источника тепловой энергии в 3,7 раза меньше, чем при использовании электрообогрева, в 1,3 раза меньше, чем при использовании газовой котельной, в 2,4 раза меньше, чем при использовании мазутной котельной и в 1,9 раза

меньше, чем при использовании угольной котельной.

Среди остальных докладчиков конференции были представитель Республики Казахстан, д.э.н., профессор К. Мусабеков, ознакомивший участников конференции с работами в определении ветропотенциалов в республике и работах, проводимых в контексте «Экспо 2017», а также молодые учёные и аспиранты российских ВУЗов, в докладах которых были рассмотрены практически все аспекты разработки и применения возобновляемых источников энергии. ●



•• Участники XII Международной конференции «Возобновляемая и малая энергетика'2015»

1. Безруких П.П., Безруких П.П. (мл.). Эксплуатационные характеристики ветростанций мира.
2. Грибков С.В. современное состояние развития малой ветроэнергетики в мире и России. Труды конф. «Возобновляемая и малая энергетика '2015» / Под ред. Безруких П.П. и Грибкова С.В.: Комитет ВИЭ. — М., 2015.
3. Грибков С.В. Дизельные и ветро-солнечно-дизельные комплексы для электроснабжения удалённых поселений России.
4. Елистратов В.В. Энергоснабжение изолированных территорий РФ энергокомплексами на основе возобновляемых источников энергии.
5. Велькин В.И., Шеклеин С.Е. Влияние комплексных систем ВИЭ на снижение рисков при энергообеспечении автономных объектов.
6. Шенин В.Я. Презентация на конференции «Возобновляемая и малая энергетика '2015».
7. Стребков Д.С. История развития солнечной фотоэлектрической энергетики в России.
8. Борячок В.В., Хафизов А.Д. Практический опыт реализации проектов солнечных электростанций компании «Авеларсолар Технолджи» в соответствии с принятыми в России нормативно-правовыми актами по стимулированию развития возобновляемых источников энергии.
9. Томаров Г.В. Комбинированный энергоблок на сбросном сепарате Мутновской ГЕОЭС.
10. Бляшко Я.И. Презентация на конференции «Возобновляемая и малая энергетика '2015».
11. Румянцев М.Ю., Серков С.А. Отечественные паротурбинные энергоустановки для систем малой распределённой энергетики.
12. Панцова Е.С. Прогнозы развития биоэнергетики и цены на нефть.
13. Соловьёв А.А. Использование методов моделирования в возобновляемой энергетике.
14. Закиров Д.Г. Теплонасосные технологии для утилизации низкопотенциального тепла в горнорудной, угольной промышленности и нефтяных шахт.



Первый Всероссийский форум «Энергоэффективная Россия»: мощный старт

В июне 2015 года состоялся Первый Всероссийский форум «Энергоэффективная Россия». Мероприятие прошло на высоком профессиональном и представительском уровне: в его работе приняли участие представители органов законодательной и исполнительной власти, ведущие производители энергоэффективной продукции, топ-менеджеры и эксперты крупных инвестиционных, строительных, энергосервисных, энергоаудиторских и страховых компаний, научных организаций, банков, консалтинговых фирм из различных регионов России.

Организаторами мероприятия выступили Национальное объединение организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (НОЭ), Национальное объединение строителей, Национальное объединение изыскателей и проектировщиков. Официальную поддержку мероприятия осуществляли Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации, Минэнерго России, Минстрой России. Всего в Форуме приняли участие более 120 человек из 50 организаций.

На комфортабельном теплоходе, следующем по маршруту «Москва — Углич — Москва», были созданы все условия для плодотворной работы Форума, установления деловых контактов, общения с представителями органов государственной власти, обмена мнениями, выработки единой позиции по актуальным проблемам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве.

Открыл Форум Вице-президент, руководитель аппарата НОЭ Л.Ю. Питерский. Он поблагодарил всех присутствующих за участие в мероприятии, пожелал плодотворной работы, а также высказал пожелание, чтобы Форум стал ежегодной площадкой для объединения усилий всех профессионалов, заинтересованных в решении актуальных проблем энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

20 июня 2015 года в Угличе в ходе встречи делегации участников Форума, возглавляемой Л.Ю. Питерским, с руководством Ярославской области и города Углича было подписано Соглашение о сотрудничестве между правительством Ярославской области и Национальным объединением организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

В рамках деловой программы Форума было проведено пять панельных дискуссий по ряду важных направлений. Среди них «Совершенствование механизма

финансирования энергосервисных контрактов. Реализация Плана мероприятия по совершенствованию государственного регулирования в области оказания энергосервисных услуг»; «Энергосбережение и повышение энергоэффективности в строительстве. Установление классов энергоэффективности зданий, строений, сооружений»; «Энергосбережение и повышение энергоэффективности в жилищно-коммунальном хозяйстве. Использование механизмов концессионных соглашений в жилищно-коммунальной сфере».



●● Л.Ю. Питерский, вице-президент, руководитель аппарата НОЭ

В частности, участники дискуссии «Совершенствование механизма финансирования энергосервисных контрактов. Реализация Плана мероприятия по совершенствованию государственного регулирования в области оказания энергосервисных услуг» обсудили план мероприятий по совершенствованию государственного регулирования в области оказания энергосервисных услуг, утвержденный заместителем председателя Правительства РФ А.В. Дворковичем 20 ноября 2014 года, затронули проблемы заключения и финансирования энергосервисных контрактов, а также вопросы определения достигнутой экономии энергетических ресурсов в результате оказания услуг по энергосервисным контрактам.



Участники Форума высказали мнение о необходимости разработки методических документов, определяющих предмет энергосервисного контракта, регламентирующих порядок составления и оплаты энергосервисных контрактов.

По итогам I Всероссийского Форума «Энергоэффективная Россия» была подготовлена резолюция, в формировании и обсуждении которой приняли активное участие все участники мероприятия. Решения резолюции направлены на устранение существующих барьеров в реализации Указа Президента России от 4 июня 2008 года №889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики», Федерального закона РФ от 23 ноября 2009 года №261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», на совершенствование законодательного и нормативно-технического регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. Документ содержит массу конструктивных предложений.

В частности, было предложено обратиться в Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) с просьбой о недопущении исключения раздела 10 (1) «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащённости зданий, строений и сооружений приборами учёта ис-

пользуемых энергетических ресурсов» из состава разделов проектной документации, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 года №87-ПП «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию». В противном случае, исключается контроль соблюдения требований энергетической



✦ А. Н. Митрейкин, директор Департамента энергосбережения и повышения энергетической эффективности Минэнерго России

эффективности в проектной документации со стороны экспертизы и органов государственного строительного надзора. Аргументом в пользу данной инициативы стало твёрдое убеждение профессионалов в том, что распределение «мероприятий по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности» по другим разделам убьёт идею целевого повышения энергоэффективности. При пересмотре этого Постановления следует дополнить данный раздел требованием составления энерге-

тического паспорта объекта капитального строительства с результатами расчёта абсолютных значений и удельных показателей расхода энергетических ресурсов, по которым судят о классе энергоэффективности проекта здания.

Кроме того, присутствовавшие приняли решение обратиться в Правительство Российской Федерации с предложением: отменить действие приказа Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 июня 2012 года №265 «Об утверждении свода правил «СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и введению в действие СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (актуализированной редакции СНиП 23-02-2003) с 1 июля 2013 года. Исключить СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» из Постановления Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 года №1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент и безопасность зданий и сооружений» в связи с несоответствием СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» требованиям Указа Президента России от 4 июня 2008 года №889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики», федеральному закону Российской Федерации от 23 ноября 2009 года №261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и Постановлению Правительства Российской Федерации 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». Принять срочные меры по разработке нового свода правил, адекватно отражающего требования Российского законодательства в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, с рабочим названием «Свод Правил. Энергоэффективные здания, жилые и общественные», концептуально гармонизированного с Европейской Директивой по энергетической эффективности зданий EPBD-2010/31/ЕС (EPBD — Energy Performance of Buildings Directive, зонтичный стандарт).



Члены Президиума (слева направо): Р.Х.–Б. Артиков, генеральный директор Ассоциации организаций в области энергетики, руководитель Оргкомитета Экспертного совета Комитета по энергетике Государственной Думы РФ; В.С. Казейкин, заместитель Председателя Экспертного совета по жилищной политике и ЖКХ при Комитете по энергетике Государственной Думы РФ, член Общественного совета Минстроя России, вице-президент Национального агентства по малоэтажному и коттеджному строительству; А.В. Ишин, Вице-президент Ассоциации Национальное объединение строителей (НОСТРОЙ); Л.Ю. Питерский, вице-президент, руководитель аппарата НОЭ

Было признано целесообразным включить в резолюцию мероприятия обращение в Минстрой России с двумя просьбами. Первая из них — принять за основу Комплексную Программу разработки нормативных документов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий и сооружений, подготовленную организацией НОСТРОЙ, и обеспечить её реализацию с целью дальнейшего развития нормативно-технического регулирования в области энергосбережения. (Программа была рассмотрена и утверждена Министерством регионального развития Российской Федерации 20 апреля 2012 года.)

Вторая просьба — об ускорении принятия проектов Сводов Правил в области проектирования и строительства энерго-



Б.Л. Фролов, председатель Советов НП «Столица-Энерго» СРО, НП «Столица» СРОС, НП «Столица-Проект» СРО



В.С. Казейкин (слева), заместитель Председателя Экспертного совета по жилищной политике и ЖКХ при Комитете по энергетике Государственной Думы РФ, член Общественного совета Минстроя России, вице-президент Национального агентства по малоэтажному и коттеджному строительству; А.В. Ишин, вице-президент Ассоциации Национальное объединение строителей (НОСТРОЙ)

эффективных зданий, разработанных в качестве первоочередных мер по развитию нормативной технической базы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, прошедших общественное слушание и получивших заключение экспертов:

1. СП (EN 15603:2008) «Энергетическая эффективность зданий. Общее потребление энергии и определение уровней энергопотребления».
2. СП (EN ISO 13790:2008) «Энергетическая эффективность зданий. Расчёт потребления энергии для отопления, охлаждения, вентиляции и горячего водоснабжения».
3. СП (EN 15217:2007) «Энергетическая эффективность зданий. Методы выражения энергопотребления и классы энергетической эффективности».

4. СП (EN 15316-2-1:2007) «Системы отопления зданий. Метод расчёта энергетических характеристик и показателей эффективности системы».
5. СП «Энергетическая эффективность зданий. Оценка вклада ограждающих конструкций в энергосбережение».

Эксперты посчитали необходимым обратиться в Правительство Российской Федерации с тем, чтобы передать просьбу о важности срочного решения вопроса по установлению требований к энергетической эффективности зданий, строений, сооружений, а также базовых значений показателей удельного годового расхода энергетических ресурсов, относительно которых должен определяться класс энергетической эффективности многоквартирного дома. Их отсутствие ставит под угрозу реализацию президентских и федеральных программ в области строительства, а также выполнение тре-



❖ А. В. Бусахин, председатель Совета Союза монтажников инженерных систем зданий и сооружений (СПО Союз «ИСЗС-Монтаж»)

бований Постановления Правительства Российской Федерации 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».

Собравшиеся решили выйти с инициативой и на Минэнерго России. Его суть заключается в предложении рассмотреть стандарт СТО НОП 2.1–2014 «Требования к содержанию и расчёту показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания», разработанный НОП, в качестве дополнения к приказу Минэнерго России №400 от 30 июня 2014 года «Об утверждении требований к проведению энергетического обследования и его результатам и правил направления копий энергетического паспорта, составленного по результатам

обязательного энергетического обследования». Рекомендовать использовать данный стандарт при составлении энергетического паспорта по проектной документации отдельно стоящих жилых и общественных зданий и сооружений, подключённых к центральным сетям электро-, тепло-, водо- и газоснабжения, а также в процессе их эксплуатации при подтверждении соответствия зданий

После первого года эксплуатации класс энергетической эффективности многоквартирного дома должен быть подтверждён, исходя из реального энергопотребления, рассчитанного на основании показаний приборов учёта используемых энергетических ресурсов

требованиям энергетической эффективности и определении класса энергетической эффективности.

В резолюцию была включена и рекомендация внести изменения в Постановление Правительства Российской Федерации 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» в части определения класса энергетической эффективности построенного, реконструированного или прошедшего капитальный ремонт и вводимого в эксплуатацию многоквартирного дома не только на основании расчётных данных, содержащихся в проектной документации, но и с учётом результатов фактических измерений. После первого года эксплуатации класс энергетической эффективности многоквартирного дома должен быть подтверждён, исходя из реального энергопотребления, рассчитанного на основании показаний приборов учёта используемых энергетических ресурсов.

По результатам дискуссий участники форума посчитали необходимым разработать и закрепить нормативными актами порядок установления класса энергетической эффективности многоквартирного дома, построенного, реконструированного или прошедшего капитальный ремонт и вводимого в эксплуатацию. Утвердить единую, официально признанную методику проведения натурных испытаний вводимых в эксплуатацию зданий при определении их соответствия требованиям энергетической эффективности и при установлении класса энергетической эффективности многоквартирных домов.



❖ А. М. Гримитлин (слева), вице-президент и член Совета НОЗ, член Совета НОПРИЗ, президент НП «АВОК Северо-Запад»; А. В. Бусахин, председатель Совета Союза монтажников инженерных систем зданий и сооружений (СПО Союз «ИСЗС-Монтаж»)



❖ И. Э. Феддер, директор НКО Фонд «Энергоэффективность» Ярославской области

С целью реализации данных положений рекомендовать Минстрою России ускорить проведение процедур по подготовке экспертного заключения техническим комитетом по стандартизации для дальнейшего утверждения, регистрации Росстандартом и введения в действие разработанного ОАО «НИИМосстрой» проекта национального стандарта ГОСТ Р «Здания и сооружения. Методика проведения натуральных испытаний по определению энергопотребления вводимых в эксплуатацию зданий и оценка их соответствия требованиям энергетической эффективности».

Также была признана необходимость обеспечить инструментальный контроль строящегося объекта на соответствие его требованиям энергетической эффективности, в том числе контроль качества используемых в строительстве материалов и оборудования на протяжении всего строительного цикла.

Помимо вышеперечисленных инициатив в финальном документе мероприятия была отмечена рекомендация НОЭ организовать работу по созданию независимых лабораторий по подтверждению соответствия фактических технических характеристик строительных материалов, изделий и оборудования техническим характеристикам, указанным в паспорте объекта.

По общему мнению профессионалов, присутствовавших на форуме, при оценке соответствия строительных материалов следует использовать стандартизованные и аттестованные методики и современные средства измерения. Кроме того, следует предусмотреть выделение бюджетных средств на разработку, проверку, стандартизацию и аттестацию современных методик для традиционных и инновационных продуктов.

Ещё одна рекомендация, с которой присутствовавшие решили обратиться к представителям Минстрою России, — рассмо-



❖ В. И. Ливчак, вице-президент АВОК, начальник отдела энергоэффективности строительства Мосгосэкспертизы

треть возможность государственным и муниципальным заказчикам, органам контроля и надзора при формировании методологии деятельности использовать «Каталог технических решений и практических рекомендаций по энергосбережению и повышению энергетической эффективности зданий и сооружений», разработанный НОСТРОЙ при участии НП «АВОК», НП «АВОК Северо-Запад» и НОПРИЗ. Рекомендовать Минэнерго России разместить Каталог на федеральном портале ГИС «Энергоэффективность» с целью популяризации энергоэффективных технологий в строительстве. Подписать соглашение с Минэнерго России по сотрудничеству НОЭ с разработчиками ГИС «Энергоэффективность».

Эксперты сочли необходимым представителям профессионального сообщества (НОЭ, НОСТРОЙ, НОПРИЗ, НП «АВОК», НП «АВОК Северо-Запад», НАМИКС, МАИФ, НАППАН) принять активное участие в разработке альбомов и справочников типовых энергоэффективных проектных решений. Также было

решено организовать работу по законодательному закреплению профессиональной ответственности всех участников процесса строительства, включая проектировщиков, за соответствие объектов строительства требованиям энергоэффективности как при вводе их в эксплуатацию, так и в процессе эксплуатации. Ещё одно решение — рекомендовать проектным организациям при проектировании энергоэффективных зданий выполнять оценку стоимости их полного жизненного цикла.

Помимо перечисленных, в резолюцию мероприятия вошли ещё ряд важных ре-

шений, которые призваны способствовать оптимизации сегмента энергосбережения и энергоэффективности. Они приведены ниже.

Обратиться к ответственным исполнителям «Плана мероприятий по совершенствованию государственного регулирования в области оказания энергосервисных услуг» с просьбой разработать методические документы, определяющие предмет энергосервисного контракта, регламентирующие порядок составления и оплаты энергосервисных контрактов.

На базе информационной портала НОЭ создать базу данных по оказанию энергосервисных услуг (заказчики, энергосервисные компании, а также финансовые институты).

Рекомендовать проектным организациям использовать горизонтальную систему разводки коммуникаций по всем видам ресурсов при строительстве зданий, позволяющую производить непосредственное измерение потребляемых ресурсов квартирой или же отдельным арендатором.



●● Д. Д. Огородников, главный эксперт ОАО «МОЭК-эксперт», член Совета СРО Союз «Профессиональное объединение энергоаудиторов», председатель Методического совета



●● Е. Н. Фадеева, советник президента Ассоциации Национальное объединение строителей (НОСТРОЙ)

Создать Рабочую группу с привлечением финансовых структур (банков, Минфина России и налоговой службы) по разработке рыночного финансового инструмента: энергетического векселя, обеспечивающего оценку снижения стоимости потреблённых энергоресурсов, с государственной гарантией реализации их на рынке энергоресурсов.

Обратиться в Комитет по жилищной политике и жилищно-коммунальному хозяйству Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации (далее — Госдумы ФС РФ) с просьбой рассмотреть вопрос о внесении изменения в действующее законодательство в части закрепления соблюдения требований энергетической эффективности при проведении капитального ремонта. Также — обратиться в упомянутый Комитет с просьбой рассмотреть вопрос о внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации в части включения в перечень мероприятий статьи 166 Жилищного Кодекса РФ «Капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме» утепление ограждающих конструкций зданий, перенос узла приготовления горячей воды в техническое подполье здания или его части и устройство автоматического узла управления подачей теплоты в систему отопления. Поддержать принятие федерального закона «О государственно-частном партнёрстве» и его распространение на жилищное строительство.

Представителям профессионального сообщества принять активное участие в реализации федеральных жилищных программ, предусматривающих строительство домов по энергоэффективным технологиям не ниже класса «В»:

- Программа «Жильё для российской семьи», реализуемая в рамках государственной программы Российской Феде-

рации «Обеспечение доступным и комфортным жильём и коммунальными услугами граждан Российской Федерации» на основании Постановления Правительства РФ от 5 мая 2014 года №404;

- «Строительство жилья на землях, предоставляемых Государственной Корпорацией «Фонд содействия развитию жилищного строительства»;

- Программа Государственной Корпорации «Фонд содействия реформированию ЖКХ» по ликвидации ветхого и аварийного жилья.

Продолжить работу по актуализации Дорожной карты «По созданию экономических и организационных стимулов внедрения инновационных энергоэффективных технологий и экологичных материалов в ЖКХ и строительной отрасли», разработанной НАМИКС и НОЗА при участии НОЭ, и закреплению пунктов Дорожной карты за конкретными исполнителями.

В целях достижения установленных результатов энергосбережения и повышения энергоэффективности в сфере ЖКХ (при строительстве, модернизации, реконструкции и капитальном ремонте) в порядке диверсификации центрального теплоснабжения рекомендовать шире использовать инновационные технологии поквартирного и автономного теплоснабжения.

Для объективной оценки предлагаемых технических решений вариант использования технологий поквартирного и автономного теплоснабжения должен рассматриваться наряду с традиционными технологиями централизованного теплоснабжения для чего:

- принять меры по завершению работ по разработке полного комплекта нормативно-технических документов применения поквартирного и автономного теплоснабжения, как для нового строи-

тельства, так и существующего жилого и социально-культурного фонда ЖКХ;

- инициировать разработку организационно-правовых нормативных документов и законодательных актов экономического стимулирования потребителей и инвесторов, особенно в части гарантированного возврата инвестиций, вложенных в энергосервисные контракты реконструкции и модернизации систем теплоснабжения МКД и объектов соцкультбыта бюджетной сферы с использованием поквартирного и автономного теплоснабжения;

- инициировать внесение изменений в документы технического и законодательного регулирования, имеющих ограничения внедрения и использования инновационных технологий поквартирного и автономного теплоснабжения.

Рекомендовать Правительству РФ пересмотреть методики расчёта нормативов в «Правилах установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг», утверждённых Постановлением Правительства РФ №306 от 23 мая 2006 года с последними изменениями от 16 апреля 2013 года и 17 декабря 2014 года, для приближения их к реальному потреблению коммунальных ресурсов в зданиях. Кроме того, обратиться к Правительству с предложением о внесении изменения в Правила предоставления коммунальных услуг, установив оплату за отопление жилых и нежилых помещений многоквартирного дома по индивидуальным приборам учёта (ИПУ) тепла, если установка ИПУ возможна по техническим условиям.

Обязать управляющие организации при расчёте коммунальных платежей учитывать только фактическое потребление энергетических ресурсов, в соответствии с показаниями индивидуальных приборов учёта.



Р.Х.-Б. Артиков, генеральный директор Ассоциации организаций в области энергетики, руководитель Оргкомитета Экспертного совета Комитета по энергетике Государственной Думы РФ



О. С. Попель, заместитель директора по науке ФГБУ «Объединенный институт высоких температур РАН», руководитель НИЦ физико-технических проблем энергетики

Поддержать внесение изменений в законодательство по введению прямых платежей потребителей жилищно-коммунальных услуг и внедрению автоматизированного учёта жилищно-коммунальных услуг.

ВОК НОЭ (Ассоциации содействия организациям системы дополнительного профессионального образования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности «Высший образовательный консорциум НОЭ») разработать и внедрить в практику программы профессиональной подготовки специалистов, ответственных за обеспечение энергосбережения и повышения энергоэффективности в строительстве и ЖКХ. Кроме того, этой же структуре — разработать программы повышения квалификации специалистов и организовать проведение обучающих семинаров в области энергосбережения и повышения энергоэффективности для строителей, руководителей управляющих и эксплуатирующих организаций, представителей ТСЖ и Советов домов.

Обратиться к органам исполнительной власти с рекомендацией учитывать мнение представителей профессионального сообщества при разработке норма-

тивных и правовых документов. С целью консолидации и согласования действия всех ведомств, занимающихся вопросами энергосбережения и повышения энергоэффективности в России, представителям профессионального сообщества (НОЭ, НОСТРОЙ, НОПРИЗ, НП «АВОК», НП «АВОК Северо-Запад», НАМИКС, МАИФ, НАППАН) выйти с инициативой создания в составе Народного Фронта направления по осуществлению контроля за исполнением Указа Президента России от 4 июня 2008 года №889 «О некоторых мерах по повышению энергоэффективности Российской экономики» и за реализацией государственной Программы РФ «Энергоэффективность и развитие энергетики».

Представителям профессионального сообщества совместно с Минпромторгом России разработать нормативные технические документы, направленные на повышение энергетической эффективности в промышленности.

С учётом кардинального повышения в последние годы экономической эффективности различных технологий использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для электро- и теплоснабжения объектов ЖКХ рекомендовать

НОЭ совместно со специализированными организациями (ОИВТ РАН, Институт «Ростовтеплоэлектропроект» и др.) разработать перечень технологий и технических решений перспективных для практического применения в различных природно-климатических условиях регионов страны и секторах строительства. Считать целесообразным совместно с другими заинтересованными организациями, профессиональными объединениями и региональными администрациями организовать работу по созданию в различных регионах страны опытно-демонстрационных объектов с системами энергоснабжения на базе ВИЭ, в том числе в порядке эксперимента по разработке и созданию индивидуальных жилых домов «с нулевым энергетическим балансом» («экодомов»).

Рекомендовать НОЭ принять участие в разработке Национального проекта «Интеллектуальная электроэнергетическая система России», порученной Президентом России Минэнерго России, ориентированного на развитие «умной» распределённой и индивидуальной энергетики, в подготовке и реализации конкретных пилотных проектов в составе Национального проекта («Интеллектуальная энергетическая система энергоснабжения «Техноэкопарк» РГСУ» и др.). Просить Минэнерго, Минпромторг, Минэкономразвития России ускорить принятие нормативно-правовых документов по стимулированию использования ВИЭ в районах действия розничного рынка электроэнергии и мощности.

По общему мнению участников Форума в нынешней ситуации необходимо уделять постоянное внимание популяризации и пропаганде в средствах массовой информации энергоэффективного и экологически дружелюбного образа жизни. ●



Групповой портрет участников Первого Форума

Энергоэффективность в Ярославской области*

Не первый год в Ярославской области плодотворно работает НКО Фонд «Энергоэффективность». Он был создан региональной администрацией больше 10 лет назад, но в активную работу был включён только в последнее время, с выходом №261-ФЗ. Специалистов Фонда сегодня привлекают в качестве экспертов, как для консультаций по вопросам энергосбережения, так и по вопросам оценки эффективности работ, выполненных в бюджетных и муниципальных организациях. Приобретённый организацией опыт достоин изучения и тиражирования.

Автор: И.Э. ФЕДДЕР, директор
НКО Фонд «Энергоэффективность»
Ярославской области

* По материалам Первого Всероссийского форума «Энергоэффективная Россия» (организаторы: НОЗ, НОСТРОЙ, НОПРИЗ; журнал С.О.К. — информационный партнёр; подробнее о мероприятии см. стр. 85).

За прошедшие годы Фондом было реализовано достаточно много пилотных проектов по региону. Ранее приходилось, в основном, проводить обследование бюджетных учреждений, устанавливать приборы учёта, потом их обслуживать. В настоящее время в указанном секторе обслуживается больше 350 приборов (в основном, учёта тепла). Другое направление работы организации — проведение технического надзора за работами, выполненными на бюджетные средства, вкладываемые в энергосбережение. Речь идёт о противодействии выигрывающим конкурсы подрядчикам, которые пытаются за небольшие деньги получить заказ на проведение серьёзных работ в области энергосбережения. Мы предлагаем технадзор и, в результате, практически «выдавливает» недобросовестные компании с этого рынка.

Кроме того, Фонд по соглашению с Департаментом энергетики и регулирования тарифов Ярославской области ведёт базу топливного баланса области и, таким образом, обладает обширной информацией по состоянию и контролю именно аспекта энергоэффективности в бюджетных государственных учреждениях. В таких организациях выдаётся задание по экономии, отслеживается ход выполнения работ и анализируются изменения показателей в конкретных организациях.

Одним из основных направлений работы Фонда является внебюджетное финансирование региональной программы энергосбережения. В данном случае особенно важно акцентировать внимание на слове «внебюджетное», поскольку Фонд формируется как из тех средств, которые он зарабатывает сам, так и из средств отчислений энергетических компаний в области, с которыми мы заключаем соглашения на выполнение региональной программы энергосбережения.

Одно из направлений работы НКО Фонда «Энергоэффективность» — проведение технического надзора за работами, выполненными на бюджетные средства, вкладываемые в энергосбережение. Речь идёт о противодействии выигрывающим конкурсы подрядчикам, которые пытаются за небольшие деньги получить заказ на проведение серьёзных работ в области энергосбережения

Не менее важные направления — консалтинг, разработка инвестиционных программ, подготовка и реализация пилотных проектов. Один из них — «Системное решение проблем малой энергетики». Данная программа охватывает не только энергетику, которая сконцентрирована в городе Ярославле, а весь энергетический сектор региона. В Ярославской области сегмент малой энергетики представлен линейкой котельных от 0,2 до 20 Гкал. Основная их часть работает на газе. В негазифицированных районах используются мазут, уголь, дрова, электроэнергия. Часть школ, детских садов, находящихся в сельской местности, отапливается электронагретом.

Сегодня стоит задача замещения топлива на более дешёвое — в нашем регионе это щепа. Мы считаем, что процесс производства тепла должен стать максимально автоматизированным для исключения влияния человеческого фактора — специалистов по обслуживанию не хватает, а на селе их просто нет вообще. Котельные должны дистанционно управляться операторами, а сервисная организация — обеспечивать функционирование налаженной схемы ремонта.





Необходимо стремиться к тому, чтобы оборудование было достаточно эффективным. В этой связи у нас появилась программа перевода на местные виды топлива. Не секрет, что в Ярославской области очень много торфа. При этом простого сжигания этого вида энергоносителя мы хотели бы избежать. Сейчас ищем технологию его газификации, с тем чтобы можно было вблизи места добычи ставить оборудование и получить на выходе тепло и электроэнергию.

Сегодня нами уже выполнено несколько пилотных проектов котельных с тем, чтобы была возможность показать инвестору его реальные затраты и возможности применения подобных объектов в реальных условиях. Средний тариф газовых котельных в Ярославской области составляет около 1000 руб., для работающих на мазуте — около 2000 руб., на угле — несколько выше. Электронагревательные системы вырабатывают тепло стоимостью свыше 6000 руб./Гкал. По нашему мнению, такой способ выработки тепловой энергии можно считать практически преступлением — настолько это расточительный подход.

Очень важен механизм вхождения инвестора в программы. Его Фонд прорабатывает уже больше года, «обкатывает» на разных инвесторах. Последние уже подписали соглашение на Форуме, который проводился в начале декабря 2014 года на V Ярославском энергетическом форуме. К сожалению, после подписания дело так и не перешло в стадию практической работы. В настоящее время мы прикладываем определённые усилия к тому, чтобы возобновить процесс, пойти дальше, потому что силами области — без помощи инвесторов — это сделать не удастся. Для осуществления программы «Системное решение проблем малой энергетики» (в зависимости от изменения стоимости оборудования) требуется вливание больше 1,5 млрд руб. Срок окупаемости проектов в рамках данной программы варьируется в зависимости от типа используемого оборудования и нюансов его эксплуатации. Например, проекты по замене

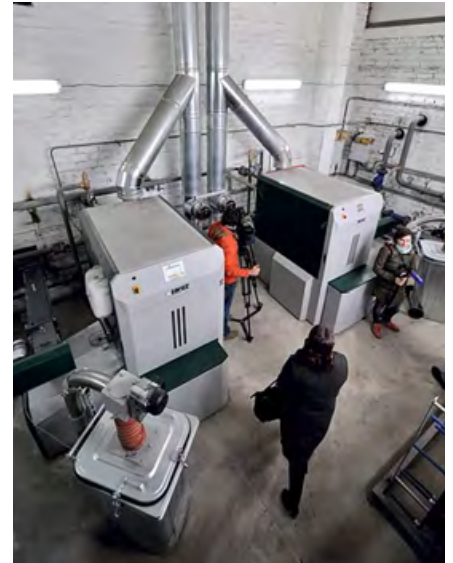
электрод котлов окупаются быстрее, нежели модернизация газовых котельных. Если речь идёт об оборудовании, работающем на мазуте, окупаемость будет в пределах 3,5–5,0 лет, а на угле — порядка семи лет.

В качестве конкретного примера можно рассмотреть сельскую школу, где была установлена котельная на щепе вместо электрод котлов. Электрические котлы были оставлены на случай покрытия пиковой нагрузки, которая возможна в случае выхода оборудования из строя. В рамках данного проекта был установлен котёл мощностью 100 кВт, итоговые инвестиции составили 2 млн руб., что соответствует годовым тратам на электроэнергию при использовании её для отопления. Рядом с котельной есть пилорама, владельцы с которой с удовольствием поставляют отходы, решая таким образом проблему их утилизации. Была установлена рубильная машина, нарубающая щепу, что позволило получать практически бесплатное топливо. В данном случае окупаемость происходит очень быстро.

Другой пилотный проект Фонда — в области учёта энергии. Поскольку именно нами бы-

ли введена практика использования приборов учёта, Фонд сейчас обслуживает их получает за эту услугу определённый доход. У нас накопился большой опыт, в особенности в плане работы с бюджетными учреждениями. Мы имеем представление, каким образом объединить передачу данных с наиболее удалённых приборов учёта — информацию о расходе тепла, электричества и воды, с тем чтобы можно было передавать её в одну точку. На основе этого созрело предложение создать регионального оператора коммерческого учёта всех используемых в области энергоресурсов. Правительством области было выпущено постановление о создании единой АСКУЭ области. Благодаря новой структуре появляется возможность проводить единую техническую политику в этом направлении. Но целью проекта является именно создание в регионе оператора коммерческого учёта ресурсов, который обеспечит госорганы, потребителей и других субъектов рынка актуальной и достоверной информацией. В рамках реализации данного проекта Фонду важно было найти понимание у регулирующих органов. И такое понимание





у представителей Федеральной службы по тарифам было найдено. ФСТ заинтересовалась этим проектом — ведь его результатом становится появление независимой организации, которая подтверждает полезный отпуск, заявляемый энергоснабжающими организациями. В данном случае ФСТ рассматривает оператора именно как тот орган, который может подтвердить или опровергнуть полезный заявленный отпуск. Были прописаны требования к функционалу оператора.

В ходе выполнения №261-ФЗ установлено очень большое количество приборов учёта по всем видам ресурсов по региону в целом. В настоящее время данной аппаратурой оснащены фактически все энергоснабжающие организации, промышленные потребители и бюджетные. Остаётся «недоохваченной», в основном, система ЖКХ. Но это проблема, на наш взгляд, решаемая с учётом того, что в нашем арсенале теперь имеется реально работающая схема.

В настоящее время потребитель платит за обслуживание и верификацию своих приборов учёта, однако поставщик пока никак не участвует в этом процессе. Мы же предлагаем организовать систему таким образом, чтобы поставщики оплачивали передачу данных, которые они могут получать от регионального оператора. Именно такая модель как раз рассматривается в Федеральной службе по тарифам. То есть основной вопрос, стоящий ныне на повестке дня: «Как включить в тариф по-

Напомним критерии определения ЕТО. Первый — владение на праве собственности источником теплоты с наибольшей (это важно) рабочей тепловой мощностью или тепловыми сетями с наибольшей ёмкостью в границах ЕТО

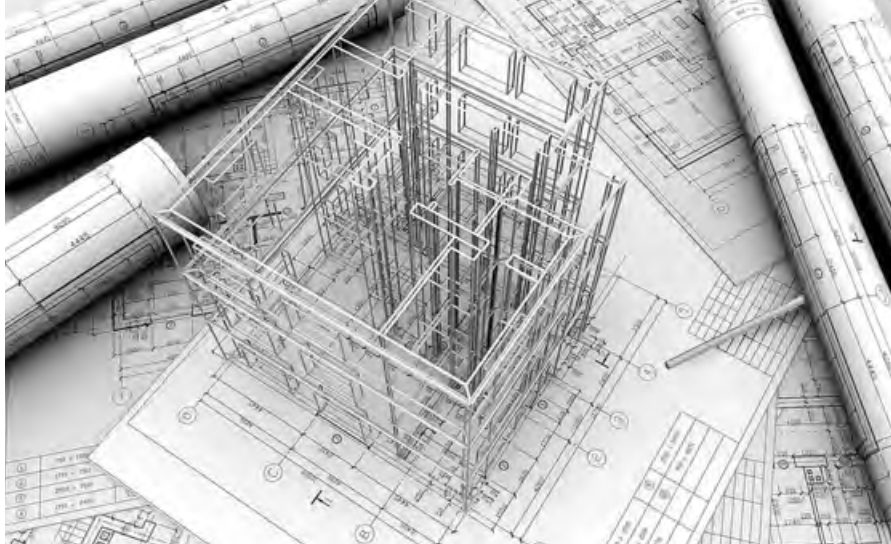
ставка плата за подтверждение данных о полученных потребителем ресурсах?».

На сегодняшний день мы фактически актуализировали новую схему теплоснабжения города Ярославля. На основании анализа проделанной работы было сделано предложение по реформированию системы ЕТО (единая теплоснабжающая организация). То есть по Постановлению Правительства №808-ПП, существует понятие ЕТО и есть понятие Потребитель. Напомним критерии определения ЕТО. Первый — владение на праве собственности источником теплоты с наибольшей (это важно) рабочей тепловой мощностью или тепловыми сетями с наибольшей ёмкостью в границах ЕТО. Второй критерий — размер собственного капитала и способность в наилучшей степени обеспечить надёжность теплоснабжения. Мы предлагаем поставить данный пункт первым, чтобы во главе угла был критерий возможности обеспечения надёжности теплоснабжения и, соответственно, наличие у организации технической возможности и квалифицированного персонала, и в ЕТО включить все тепловые сети, принадлежащие разным организациям. Например, в форме АО — они могут быть акционерами, а представители городских служб иметь капитал, позволяющий назначать директора. При таком подходе рынок может быть выстроен таким образом, что расчёты будут происходить на границах ЕТО. То есть ЕТО расплачивается с генератором за поставку энергоресурсов и, соответственно, рассчитывается с потребителем на своей границе.

Данная модель успешно работает в Риге. В результате за счёт ЕТО было заменено более 60% рижских тепловых сетей и построены две собственные электростанции на щепе (дополнительно к двум уже работающим ТЭЦ). Насколько это выгодно — можно оценить, учитывая, что газ в Риге стоит в три раза дороже, чем в России. ●



ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ



Энергоэффе- ктивность: помехи и успехи*

Эффективное энергопотребление ЖКХ — это тот финал проектной и строительной деятельности, на который должен быть нацелен любой проект в области строительства.

Нацеленность на хорошее проектирование, качественное возведение домов, необходимо для того, чтобы в эксплуатационный период их жители могли меньше платить за потребляемые ресурсы. То есть, чтобы построенное было энергоэффективным и комфорт стоил меньших денег. Для того чтобы эта идея была повсеместно воплощена в жизнь, необходимо соблюсти несколько важных условий. Все прекрасно понимают, что в современном здании стены должны быть тёплыми, энергоэффективными и иметь коэффициент теплопередачи в районе 0,3 (или тепловое сопротивление около 3,3). Это не подвергается сомнению, так как является мировой практикой. Есть понимание и того, что по мере достижения роста комфортности жилищ нужно пользоваться прогрессивными, удобными и, в первую очередь, недорогими в эксплуатации инженерными системами. Ведь этот самый комфорт зависит именно от инженерных систем. Как говорят в профессиональной среде — «никому нужны красивые колонны без надёжной канализации»...

В области энергосбережения существуют необходимые законы, но им необходимо придать соответствующий импульс, чтобы, наконец, продвинуть практику энергосбережения вперёд. Это позволит обобщать энергосберегающие решения и показывать, что они не удорожают конструкцию, а на самом деле удешевляют её — это крайне важно. В сфере строительства сегодня как никогда важны вопросы мотивации — очень хотелось бы каким-либо образом объединить устремления строителя и эксплуатационщика. Наибольшие успехи достигнуты в этом начинании в сегменте малоэтажного жилья, что естественно — данная проблема очень близка любому частному владельцу.

В массовом строительстве всё иначе: у застройщика первая заповедь — «продать». Проблемы, с которыми будут сталкиваться жильцы и эксплуатационщики, а также стоимость владения строителями совершенно не волнуют. Тем более, что большинство из тех, кто покупает жилье, даже не задумывается о том, в какую «копеечку» будет «влетать» эксплуатация новых площадей.

Автор: А.М. ГРИМИТЛИН,
вице-президент и член Совета НОЭ,
президент НП «АВОК Северо-Запад».

* По материалам Первого Всероссийского форума «Энергоэффективная Россия» (организаторы: НОЭ, НОСТРОЙ, НОПРИЗ; журнал С.О.К. — информационный партнёр; подробнее о мероприятии см. стр. 85).





Обратимся к вопросу эксплуатации дома со счётчиками тепла. С одной стороны они установлены, а с другой... непонятно, что с ними делать: ведь тарифы сегодня высчитываются таким образом, что жильцу всё равно приходится платить с квадратного метра. Отсюда напрашивается несложный вывод: он вообще не заинтересован в том, чтобы закрывать форточку, ведь вне зависимости от его поведения он будет всё равно платить по неизменной схеме.

Не лучше ситуация и с учётом водопотребления. Счётчик устанавливается, и, вроде бы, за пять лет он окупается. Но тут его опять нужно менять. И процесс замены превращается в проблему владельца счётчика и опять требует денежных трат с его стороны. Если человек вложил деньги, нужно подумать о том, как эксплуатирующие либо энергосервисные компании могли бы помочь пользователю избежать «эпопеи», связанной с переустановкой измерительной аппаратуры.

Сегодня начали выделяться деньги на разработку нормативной базы, как по проектированию и по строительству вообще, так и по энергосберегающим технологиям, в частности. Это происходит не так быстро, как хотелось бы, кроме того, возникают неувязки с утверждением вновь разработанной документации. Дело в том, что пока нет чёткой связки между этими законами и работой, которую проводит Минстрой России. И на то есть причина — реорганизация Минрегиона в Минстрой. Спустя месяц после того, как с Минрегионом были достигнуты основные соглашения о принятии министерством нормативных документов, разработанных национальными объ-

Настало время законодательно попытаться закрепить не только ответственность, но и желание стимулирования экономии тепловых ресурсов, если и не в масштабе каждой квартиры, то хотя бы их групп

единениями (НОСТРОЙ, НОЭ, НОП), эта структура была ликвидирована, что привело к необходимости повторного согласования всего пакета документов с Минстроем. И сейчас этот процесс только начался.

Отраслевое сообщество предпринимает максимальные усилия для решения стоящих перед ним задач. В частности, серьёзным достижением является пилотный проект — каталог энергоэффективных решений. Он не только показывает в виде перечня, какие энергоэффективные объекты мы способны создавать. И не ограничивается целью показать, какие у нас есть решения, основанные на

опыте — российском и западном — обобщённом нашими и зарубежными специалистами. Важно, что данный каталог даёт понимание, каким образом представленные технические решения связаны с системой оценки здания. Подобного проекта в мире никто ещё не реализовывал. Именно потому каталог вызвал огромный интерес у наших партнёров из развитых стран. Несмотря на то, что данный сборник «завязан» на российскую систему, он легко может быть адаптирован к западным (BREEAM, LEED).

В настоящее время в жилищно-коммунальном хозяйстве потребление тепла при использовании систем вентиляции и кондиционирования несколько меньше, чем, например, в промышленности или в общественном строительстве. Но и здесь по мере возрастания комфортности будут возникать проблемы. Индивидуализировать оплату за потребляемые тепловые ресурсы в данном секторе необходимо, однако делать это нужно с осторожностью. Несомненно, стоит достаточно сложная задача — системы, которые проектировались в советское время, плохо приспособлены к оснащению их приборами учёта. Но, к счастью, существуют опосредованные методы решения. Настало время законодательно попытаться закрепить не только ответственность, но и желание стимулирования экономии тепловых ресурсов, если и не в масштабе каждой квартиры, то хотя бы их групп. Мы имеем необходимый набор технических решений, которые позволяют решать эту задачу. И сегодня, наверное, самое главное и одно из ответственных направлений — это усиление мотивации и желания людей экономить ресурсы. Причём не только по неким общегуманитарным соображениям, но и исходя из совершенно конкретной необходимости тратить меньше денег. В нашей непростой экономической ситуации это важно. ●





Квадратные метры должны быть энергоэффективными*

Очень важно, чтобы объёмы сдаваемого в эксплуатацию жилья, общественных и административных зданий исчислялись не просто в квадратных метрах, а именно в энергоэффективных площадях, что позволит сэкономить потребление энергетических ресурсов в натуральном и денежном выражении, экономия которых так сегодня нуждаются и страна, и население. При этом до каждого потребителя (покупателя) должна доводиться стоимость жизненного цикла здания, что позволит больше внимания уделять энергоэффективности.

Автор: Р.В. НЕУСТУПКИН, начальник Отдела энергосбережения и повышения энергоэффективности Минэнерго России

В настоящее время Минстроем России подготовлен проект приказа «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов». (В настоящее время действует Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 8 апреля 2011 года №161 «Об утверждении Правил определения классов энергетической эффективности многоквартирных домов и Требований к указателю класса энергетической эффективности многоквартирного дома, размещаемого на фасаде многоквартирного дома», который не определяет нормируемый (базовый) уровень расхода энергетических ресурсов.) Однако, по мнению экспертного сообщества, в текущем состоянии этот приказ требует доработки.

В частности, в документе (в его текущем виде) указано, что присвоение класса энергоэффективности вновь вводимым в эксплуатацию зданиям возможно по расчётным данным. Однако специалистам понятно, что расчётные и фактические данные, к сожалению, в значительной степени расходятся. Выходом из этой ситуации является условие — присвоение класса после подтверждения проектных данных, полученных с помо-

щью натуральных измерений (фактические данные).

Кроме этого, Минэнерго России считает, что присвоение того или иного класса энергоэффективности зданию должно основываться не только на основании объёма потребления энергетических ресурсов, но и на энерговооруженности объекта. Отправной точкой такой инициативы стало убеждение, что многоквартирный дом, в котором отключены лифты, лампочки и заложены окна, конечно, ощутимо меньше потребляет энергии, но при этом превращается в «энергоэффективное гетто». То есть нужно всё время помнить, что мы с вами занимаемся именно повышением энергоэффективности, а не только энергосбережением в чистом виде.

Присвоение класса энергоэффективности вновь вводимым в эксплуатацию зданиям возможно по расчётным данным. Однако специалистам понятно, что расчётные и фактические данные, к сожалению, в значительной степени расходятся



* По материалам Первого Всероссийского форума «Энергоэффективная Россия» (организаторы: НОЗ, НОСТРОЙ, НОПРИЗ; журнал С.О.К. — информационный партнёр; подробнее о мероприятии см. стр. 85).

Хотя Министерство энергетики и не является органом, готовящим законы в строительной сфере, однако мы пытаемся в меру своего понимания о верности происходящего контролировать ситуацию. Например, по нашему мнению Минстрой должен отвечать не только за количество построенных квадратных метров, но и за их качество, за объёмы энергопотребления на квадратный метр. В этом же заинтересован и Ростехнадзор.

Кроме этого, Минэнерго России в прошлом году направило в Минстрой предложения, подготовленные в инициативном порядке по введению требований направленных на повышение энергетической эффективности при проведении капитального ремонта. Осуществление ремонта зданий без внедрения ресурсосберегающих технологий и мероприятий на десятилетия отодвигает шансы жилого фонда на снижение потребления энергетических ресурсов и повышение их энергетической эффективности.

Отраслевые организации оказывают Минстрою поддержку и помощь в поиске наилучших подходов к решению вопроса повышения энергоэффективности. Будем надеяться, что помощь эта будет Министерством подобающим образом оценена и принята.

Министерство энергетики Российской Федерации в рамках Государственной информационной системы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (далее — ГИС «Энергоэффективность») не так давно ввело в эксплуатацию модуль предоставления информации об энергосбережении и повышении энергетической эффективности.

Введённый в эксплуатацию модуль, не только позволяет обеспечивать сбор информации об энергосбережении и повышении энергетической эффективности со всего объёма учреждений бюджетной сферы, органов муниципального самоуправления и органов государственной власти, но и предоставляет инструментарий для анализа данных об энергопотреблении на всех уровнях (учреждение, муниципалитет, субъект Российской Федерации, Российская Федерация).

Кроме этого, Минэнерго России в рамках модуля ГИС «Энергоэффективность» реализована методика предварительной оценки уровня энергоэффективности здания, которая предназначена для предварительной качественной оценки уровня энергоэффективности зданий бюджетной сферы.

Упрощённый подход к оценке направлен на получение начальных сведений



об уровне тепловых потерь через ограждающие конструкции зданий, уровне оснащённости зданий энергоэффективным оборудованием.

Целью предварительной оценки является классификация зданий с точки зрения эффективности использования энергетических ресурсов, выделение из большого количества зданий, строений, сооружений объектов с наибольшим реализуемым потенциалом энергосбережения с точки зрения уменьшения потерь тепловой, электрической энергии и воды, градация зданий от низкого до высокого уровней энергоэффективности.

Конечно же, мы не склонны идеализировать этот метод — данные получаются недостаточно точными, но при этом доступной степени точности достаточно для того, чтобы понять — плохие или приемлемые удельные показатели энер-

гопотребления у того или иного здания и, соответственно, принять решение о необходимости повышения энергоэффективности здания (включение его в программу капитального ремонта (реконструкции), необходимости приглашать специалистов, для того чтобы показатели улучшать).

Надеюсь, что документы, о которых шла речь выше в ближайшее время, всё-таки, будут приняты и станут обязательными для всех, а ответственные лица в регионах начнут отчитываться не о «выданных на-гора» квадратных метрах, а именно — об энергоэффективных площадях. В итоге, это должно привести как к снижению стоимости жилья, так и к снижению стоимости жизненного цикла зданий. Последнее высвободит финансовые средства, которые всем сейчас так необходимы. ●



Рынок ВИЭ'2014

О событиях, произошедших в российском сегменте ВИЭ в прошедшем году, результатах конкурсных отборов, а также о ряде реализованных проектов с использованием ВИЭ.

Великий изобретатель Никола Тесла в своё время сказал: «*Наш мир погружен в огромный океан энергии... Всё вокруг вращается, движется — всё энергия. Перед нами грандиозная задача — найти способы добычи этой энергии. Тогда, извлекая её из этого неисчерпаемого источника, человечество будет продвигаться вперёд гигантскими шагами*». Он был абсолютно прав. Технологические достижения последних десятилетий в области освоения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) говорят о том, что человечество на данном направлении уже добилось неплохих результатов и имеет огромные перспективы. Россия только становится на путь массового использования ВИЭ. В последние годы принят целый ряд нормативных актов и реализовано несколько пилотных проектов. В основу данного материала лёг второй ежегодный Аналитический доклад «Возобновляемые источники энергии в России: итоги 2014 года», выпускаемый некоммерческим партнёрством «Совет участников рынка ВИЭ». В документе собран большой объём информации министерств и ведомств, регионов Российской Федерации, отраслевых конференций и выставок. В статье рассказано о главных событиях, произошедших в сегменте ВИЭ в прошедшем году, результатах конкурсных отборов, а также о реализованных проектах с использованием ВИЭ.

Проекты на основе ВИЭ'2014. Конкурсный отбор

В 2014 году прошёл второй конкурсный отбор проектов в области ВИЭ. Ниже мы приводим его результаты.

Ветрогенерация. В сегменте ветрогенерации была запланирована следующая динамика вводимых мощностей:

Технологические достижения последних десятилетий в области освоения возобновляемых источников энергии свидетельствуют — человечество в этом направлении уже добилось некоторых результатов и имеет огромные перспективы. А мы только становимся на этот путь

2015 год — 250 МВт, 2016-й — 235 МВт, 2017-й — 410 МВт, а в 2018-м — 750 МВт. В текущем году планируется ввести в эксплуатацию объекты мощностью всего 51 МВт (что составляет 20% от лимита). В последующие годы запланированных пусков новых ветроэлектростанций нет. В настоящее время принято Распоряжение Правительства РФ №1472 от 28 июля 2015 года, направленное на изменение ситуации в этом секторе.

Солнечная генерация. В сегменте солнечной генерации запланированные к вводу мощности и фактические мощности объектов, которые намерены ввести в эксплуатацию победители конкурсов, соотносятся так: 2015 год — 25/25 МВт, 2016-й — 51/40 МВт, 2017-й — 150/155 МВт, 2018-й — 270/285 МВт. Как мы видим, в секторе взяты обязательства, превышающие установленные лимиты.

Малая гидрогенерация. В сегменте малой гидрогенерации была запланирована следующая динамика вводимых мощностей: в 2015 году — 26 МВт, в 2016-м — 124 МВт, 2017-м — 124 МВт, а в 2018-м — 141 МВт. Фактически, мы можем пока рассчитывать только на пуск в 2017 году объектов ОАО «РусГидро» суммарной мощностью 20,64 МВт.

В табл. 1 мы приводим результаты отбора по объектам ВИЭ в 2014 году.

Результаты отбора по объектам ВИЭ в 2014 году

табл. 1

Участники отбора	Количество проектов	Установленная мощность, МВт	Сроки пусков объектов
ВЭС ООО «АЛТЭН»	1	51	2015
СЭС	ООО «МЭК-Инжиниринг»	2	10
	ООО «КомплексИндустрия»	7	105
	ООО «Солар Системс»	6	175
	ООО «Авелар Солар Технолджи»	14	155
	ООО «МРЦ Энергохолдинг»	4	60
МГЭС ОАО «РусГидро»	3	20,64	2017

Распределение объёмов установленной мощности объектов ВИЭ по годам

табл. 2

Вид объекта ВИЭ	2014	2015	2016	2017	2018
ВЭС	0	51	15	90	0
СЭС	35,198	140	189	255	285
МГЭС	0	0	0	20,64	0
Всего	35,198	191	204	365,64	285

Авторы: Юлия НАЗАРОВА, Андрей КУЛАКОВ, НП «Совет участников рынка ВИЭ» (исследования, анализ); Сергей ПОНОМАРЕВ (подготовка статьи)

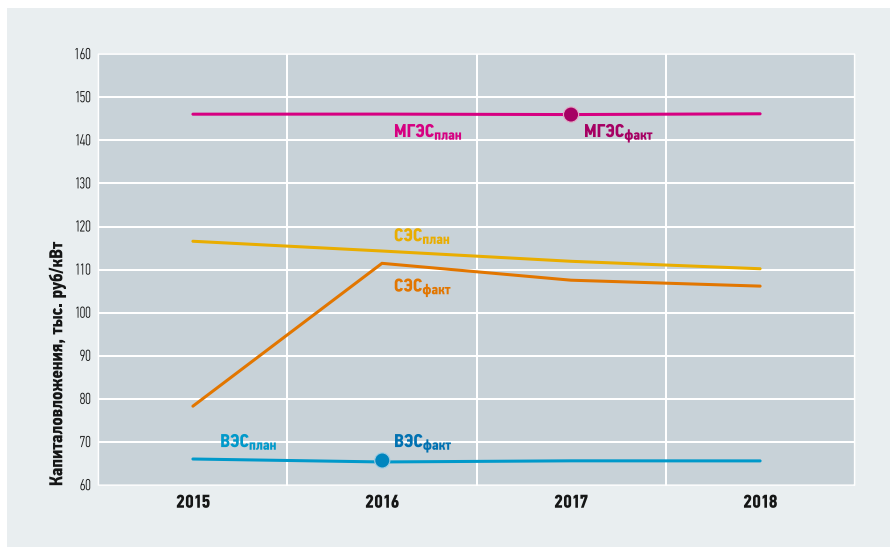


Рис. 1. Предельные и заявленные капитальные вложения по видам генерации

Если мы обратимся к общим результатам двух конкурсных отборов, которые прошли в 2013–2014 годах, в нашей стране за период 2014–2018 годов должно быть возведено объектов ВИЭ общей мощностью 1080 МВт, в том числе 156 МВт — ВЭС, более 904 МВт — СЭС и 20 МВт — МГЭС. Распределение вводимых объёмов по годам показано в табл. 2.

Достаточно интересна информация по распределению объёмов планируемой установленной мощности ВИЭ до 2018 года по субъектам Российской Федерации. Согласно имеющимся данным, пальму первенства по объёму вводимых мощностей ветроэлектростанций держит Республика Калмыкия — 51 МВт (к слову сказать — она единственная, где планируются к вводу ВЭС). Что касается малых ГЭС, то такие проекты планируются в двух регионах: в Ставропольском крае (15,04 МВт) и Карачаево-Черкесской Республике (5,6 МВт). Наибольшее количество географически разнесённых мощностей мы наблюдаем в секторе СЭС. Здесь установленные мощности распределяются следующим образом: Самарская область — 90 МВт, Ставропольский край — 75 МВт, Республика Бурятия — 70 МВт, Челябинская и Оренбургская области — по 45 МВт, Саратовская область и Забайкальский край — по 40 МВт, Волгоградская область — 25 МВт, Республика Башкортостан — 20 МВт, Белгородская и Иркутская области — по 15 МВт, Омская область и республика Дагестан — по 10 МВт, и завершает список Республика Алтай — 5 МВт.

Анализ значений предельных и заявленных капитальных вложений отображён на рис. 1.

В 2013 году по итогам конкурса снижение заявленных капитальных вложений относительно предельных уровней составляло около 1%. В 2014 году по ВЭС и МГЭС снижения капитальных

затрат не было. По объектам солнечной генерации с пуском в 2015 году уровень капитальных затрат снизился на 32%, а в 2016–2018 годах — на 3%.

По солнечной генерации установленные уровни капитальных вложений оказались достаточно привлекательными для инвесторов. Из представленных на конкурсах 2013–2014 годов 980 МВт было отобрано 904 МВт (82%). В 2014 году были поданы заявки на 785 МВт, что в полтора раза выше лимита. В итоге квоты по установленной мощности были превышены на 2%.

В сегменте ветроэнергетики из представленных на аукционах 2013–2014 годов 1,85 ГВт было отобрано только 8% (156 МВт), а по проектам МГЭС — 5% (20 из 433 МВт).

Большинство экспертов считает, что это связано с низкой экономической эффективностью проектов и не готовностью машиностроительных компаний производить ВЭУ с нужным уровнем локализации.

Результаты приведения цены 1 МВт·ч электроэнергии, вырабатываемой объектами ВИЭ и ТЭС к одноставочному тарифу, представлены на рис. 2. Как видно из этого рисунка, солнечная генерация наиболее дорогостоящая по сравнению с остальными видами генерации. При этом современные ветроэлектростанции с коэффициентом использования установленной мощности КИУМ = 37% могут успешно конкурировать с угольной генерацией.

В мае-июне 2015 года был объявлен новый конкурсный отбор объектов на основе ВИЭ, но не было подано ни одной заявки.

Для разрешения противоречий в сфере возобновляемой энергетике в июне 2015 года было проведено совещание в Правительстве РФ, в результате которого были приняты следующие решения:

1. Продление до 2024 года периода достижения целевых показателей по объёму установленной мощности объектов на базе энергии ветра. Общая мощность объектов ветрогенерации до 2024 года должна составить 3600 МВт с возможностью реализации мощностей, невосстановленных в 2013–2014 годах.
2. Снижение целевых показателей по локализации ветроэнергетического оборудования: в 2016 году — 25%, в 2017-м — 40%, в 2018-м — 55%, в 2019-м — 65%.
3. Увеличение целевых показателей капитальных вложений для объектов ветрогенерации до 110 тыс. руб. на 1 кВт установленной мощности с соответствующим снижением капитальных вложений до 2024 года.

Некоторые проекты на основе ВИЭ, реализованные в 2014 году, представлены далее.

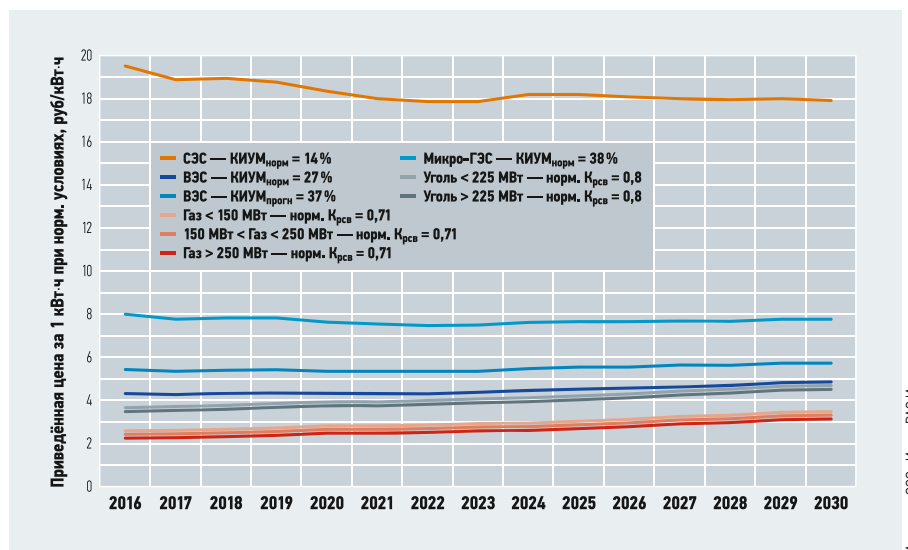


Рис. 2. Приведённая к одноставочному тарифу цена 1 МВт·ч, отпускаемого объектами в период действия их ДПМ (ТЭС и ВИЭ) в первой ЦЗ при нормативных условиях



Приволжский федеральный округ

Кировская область. В 2014 году в селе Ершовка на базе ООО «Сельхозсервис» при грантовой поддержке администрации Кировской области, была построена биогазовая установка для производства газа и удобрений.

В качестве сырья в агрегате есть возможность использовать всевозможные органические отходы, в том числе куриный помёт, навоз крупного рогатого скота, отходы пищевого, мясного и молочного производства, а также солому.

Расчётная мощность биореактора — 150 тонн биоудобрений и около 9000 м³ биогаза ежемесячно. Биогаз используется для обогрева производственных помещений и подогрева воды для фермы. Биологические удобрения применяются для собственных нужд и поступают в продажу.

Южный федеральный округ

Астраханская область. В сентябре 2014 года состоялась пуск солнечной электростанции «Наримановская». Мощность данной СЭС — 250 кВт.

С помощью СЭС производится подпитка насосов котельной, которая была введена в эксплуатацию в 2013 году. Котельная входит в состав тепловой солнечной станции. Тепловая солнечная станция обеспечивает горячее водоснабжение города Нариманова, в котором проживает около 13 тыс. человек.

Солнечная электростанция занимает площадь в 5000 м² и включает в себя 1060 солнечных модулей мощностью по 230 Вт/пик. Модули произведены в Республике Казахстан.

Данный проект реализован компаниями «Энергия Солнца» и Bright Capital.

Сибирский федеральный округ

Республика Алтай. Во второй половине 2014 года закончилось возведение СЭС мощностью 5 МВт (Кош-Агачский район). Данная СЭС стала первым проектом, реализованным в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 28 мая 2013 года №449. Пуск СЭС даст возможность обеспечить снабжение электроэнергией нескольких районов, население которых — более 44 тыс. жителей.

В течение нескольких лет в Республике Алтай запланировано возведение пяти солнечных электростанций суммарной мощностью 45 МВт.

Калининградские специалисты из ГТУ получили патент на инновационную технологию производства биотоплива и строительных материалов из отходов промышленного производства. Российское патентное свидетельство, выданное изобретателям, получило название «Высоконаполненный композиционный материал»

Кроме того, есть планы строительства нескольких гибридных солнечно-дизельных электростанций. Пионером в ряде таких автономных станций стала энергетическая установка мощностью 100 кВт в селе Яйлю. За один год работы энергетическая установка дала возможность получить экономию в объёме до 50 тонн дизельного топлива.

Томская область. В сентябре 2014 года в пригороде Томска появилась частная гидроэлектростанция мощностью 1 МВт,

работающая от сточных вод очистных сооружений. Подобное сооружение — это новое направление в развитии возобновляемой энергетики. Вырабатываемая электроэнергия используется для нужд самих очистных сооружений.

Электроэнергия от МГЭС поступает в общую сеть и покупается «Томскэнергосбытом». Помимо использования по прямому назначению, на станции планируется организовать практическое обучение студентов Томского политехнического университета.

Дальневосточный федеральный округ

Сахалинская область. С начала 2014 года в посёлке Головинно работает ветродизельный комплекс мощностью 885 кВт. Он снабжает электроэнергией села Головинно и Дубовое, а также военную часть на острове Кунашир.

Достижения российских производителей и коллективов НИИ в сфере ВИЭ

В апреле 2014 года калининградские специалисты из Государственного технического университета (ГТУ) получили патент на инновационную технологию производства биотоплива и строительных материалов из отходов промышленного производства. Патентное свидетельство, выданное изобретателям, получило название «Высоконаполненный композиционный материал». Для производства экологического угля можно использовать не поддающиеся переработке нефтепродукты, морские водоросли, кору деревьев. «Экоуголь» из смол может использоваться в качестве топлива для небольших котельных: он не содержит серы, окиси которой выделяются при горении и вредны для атмосферы.

Также есть возможность применения смолы для синтеза особых растворов, которые применимы в строительстве. Данные составы позволяют обеспечить водо- и звукоизоляцию внутренних пространств зданий, а также защиту от радиации и вибрации.

В августе 2014 года на предприятии по производству солнечных модулей фирмы «Хевел» стартовал поэтапный пуск главных систем производственного конвейера. Это знаменательное событие произошло в Новочебоксарске. В проекте приняли участие инженеры компании Tokyo Electron Limited (TEL) (Япония). Завершение всех работ на финальном участке производства дало возможность выпуска тестовой партии изделия из стёкол с предварительным напылением.

Тонкоплёночные солнечные модули обладают малой себестоимостью, и при этом при повышенных температурах демонстрируют высокую эффективность. А кристаллическая технология производства солнечных модулей имеет свои преимущества: ей не страшна световая деградация, и такие модули имеют высокий КПД

Этот материал используется в качестве предварительно подготовленной основы, обеспечивающей поточную сборку солнечных модулей на реальном производственном предприятии. Параллельно профессионалы из Tokyo Electron Limited обеспечили пусконаладку на участке, где осуществляются начальные технологические операции полного производственного цикла.

В ноябре прошлого года в Воронежской области было объявлено о планах поддержки субсидией проекта компании ЗАО «Инновационные системы ОКБМ» по созданию серийного производства высокоэффективных ветроэнергетических установок «ИнС-В», присвоив ему статус системообразующего и включив в реестр инновационных проектов. Главное техническое решение заключается в применении двухроторной систе-



мы и планетарного мультипликатора, которое позволит увеличить КПД и снизить уровень шума. Компания планирует предложить рынку ВЭУ различной мощности: 100, 250 и 1000 кВт.

В конце 2014 года на рассмотрение Научного совета Физико-технического института имени А.Ф. Иоффе РАН был предоставлен разработанный в НТЦ тонкоплёночных технологий в энергетике промышленный образец солнечного элемента, в качестве основы которого — кристаллический кремний с КПД $\approx 20\%$.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, направленные на рост эффективности, проводились в интересах совместного предприятия ООО «Хевел» (учредители ГК «Ренова» и ОАО «Роснано»). В качестве базовой разработки была использована технология НИТ-гетероперехода (Heterojunction with Intrinsic Thin Layer). Она объединяет в себе две технологии производства солнечных модулей — тонкоплёночную и кристаллическую.

Тонкоплёночные модули обладают малой себестоимостью и, при этом, при повышенных температурах демонстрируют высокую эффективность. В свою очередь, кристаллы имеют свои преимущества: им не страшна световая деградация, и они имеют высокий КПД. Ценность итогов проведённой работы с точки зрения практики заключается в возможном переносе полученного опыта на уже действующее серийное производство тонкоплёночных солнечных модулей, производимых ООО «Хевел».

В декабре 2014 года Государственный научный центр РФ ОНПП «Технология» («Ростех», «РТ-Химкомпозит») разработал и получил патент на инновационный солнечный коллектор, который может стать достаточно эффективным источником тепловой энергии.

В данной разработке применяются компоненты, имеющие более высокий, нежели у аналогов, показатель преломления. Конструкция этого коллектора даёт возможность сделать процесс производства подобных устройств значительно более простым. При этом готовый продукт выдаёт теплоноситель более высокой температуры, а также теряет меньше энергии. ●





Мировая «зелёная» энергетика переживает небывалый подъём

Итоговые цифры отчёта, подготовленного международной некоммерческой ассоциацией REN21, говорят о том, что рынок возобновляемых источников электроэнергии уверенно шагает в гору.

Автор: Е.В. АРЖЕВСКИЙ
(по материалам зарубежной прессы)

Прошедший 2014 год стал знаменательным ещё и потому, что впервые в мировой истории глобальный рост потребления энергии не привёл к сопутствующему росту выбросов парниковых газов, общий объём которых сохранился на уровне 2013 года.

В отчёте REN21 за 2014 год приводятся обнадеживающие цифры: более 59% мировых энергогенерирующих установок, введённых в эксплуатацию в текущем году, используют возобновляемые источники энергии.

Эти цифры недвусмысленно указывают на масштабные перемены на рынке возобновляемой энергии и свидетельствуют о том, что политический курс, направленный на внедрение возобновляемой энергетики и принятый в 164 странах, приносит весомые плоды.

Тем, что в глобальном масштабе прервалась прямая связь между количеством потребляемой энергии и объёмами углеродных выбросов, мы не в последнюю очередь обязаны Китаю, который существенно улучшил показатели энергоэффективности и внедрил большое количество технологий по производству возобновляемой энергии.

Алекс Окс, руководитель Программы климата и энергетики в World Watch Institute, уверен, что в рамках грядущего саммита, кото-

рый состоится в конце года в Париже, объединёнными усилиями можно закрепить успех и добиться новых результатов в сокращении вредных выбросов на планете.

В минувшем 2014 году прирост мощностей от возобновляемой энергетики составил 135 ГВт, из которых 128 ГВт получены от ветровых, солнечных и гидроисточников. Всего в мире на сегодняшний день от возобновляемых источников получают 1,712 ГВт, что на 8,5% больше, чем в 2013 году. Эта мощность составляет примерно 27,7% от общей электрической мощности, причём гидроэлектростанции вырабатывают около 16,6% от общей мощности.

Несмотря на то, что «зелёная» энергетика в некоторых странах встретила сопротивление на законодательном уровне (например, в Европе были введены дополнительные налоги, а в США истёк срок льготного налогового периода на производство энергии), в 2014 году некоторые технологии демонстрировали более высокий темп роста, чем тот, который наблюдался в среднем за последние пять лет.

В своём отчёте аналитики REN21 наглядно показывают, что во многих странах «зелёная» энергия стала серьёзным конкурентом традиционным энергогенерирующим технологиям. Уже сегодня в некоторых государствах возобновляемые источники составляют ощутимую долю общего энергоснабжения. В 2014 году энергия ветра принесла Дании 39,1% её электрической мощности, в Португалии эта цифра составила 27%, а в Никарагуа — 21%. За счёт солнца в Италии получено 7,9% потребляемой мощности, в Греции 7,6%, а в Германию ветер принёс 7% от всей электроэнергии.

В глобальном подсчёте на ветровые и солнечные установки приходится 90% всех станций (не связанных с энергией водяных потоков), которые были запущены у 2014 году. При том, что внимание высших чиновников приковано к энергетическому сектору, серьёзное развитие за последний год наблюдается только в трёх направлениях: ветровом, солнечном и гидроэлектрическом, причём количество дополнительной мощности полученной за счёт гидроэнергетики в 2014 году уступает и мощностям ветрогенераторов и мощностям солнечных станций.



На сегодняшний день (если не принимать в расчёт крупные ГЭС), большая часть ежегодных инвестиций приходится на ветряные и солнечные технологии, которые получают 55 и 36,8% всех финансовых вливаний соответственно. В течение 2013 года инвестиции в «солнечные» технологии выросли на 25% и составили \$149 млрд, а «ветряные» технологии освоили \$99,5 млрд, набрав 11% по сравнению с предыдущим годом.

Китай, США, Бразилия, Германия и Канада по-прежнему в пятёрке самых передовых стран по количеству новых электростанций, использующих возобновляемые источники энергии. Примерно четверть всех новых мощностей, включая 280 ГВт от ГЭС, приходится на долю Китая. Если не принимать во внимание гидроэлектростанции, то пятёрка лидеров предстаёт в следующем порядке: на первом месте снова Китай, затем США и Германия, а за ними с примерно равным приростом мощностей следуют Италия, Испания, Япония и Индия.

По количеству возобновляемой энергии на душу населения (без учёта ГЭС), бесспорным лидером является Дания. За ней следуют Германия, Швеция, Испания и Португалия.

За прошедший год инвестиции в возобновляемую энергетику (включая ГЭС) составили не менее \$301 млрд. Уже пятый год подряд «зелёные» технологии опережают технологии, связанные с ископаемыми видами топлива по количеству привлечённых средств.

Наряду с Китаем, где были задействованы 63% от общего числа инвестиций развивающихся стран в возобновляемую энергетику, внушительными цифрами могут похвастаться так же Кения, Мексика, Южная Африка и Турция — каждая из этих стран вложила в этот энергетический сектор более \$1 млрд.

В 2014 году число людей, непосредственно занятых в области «зелёных» технологий, составило приблизительно 7,7 млн.

За последние десять лет наиболее впечатляющие результаты продемонстрировала солнечная энергетика. Её объёмы в течение 10 лет увеличились в 48 раз! В период с 2004 по 2014 годы суммарная мощность солнечных установок возросла с 3,7 до 177 ГВт.

Лидирующие позиции в этой отрасли занимают Китай, Япония и США. В этих странах введено в эксплуатацию подавляющее большинство новых генерирующих мощностей.

Список стран, располагающих наибольшим количеством солнечной энергии на душу населения возглавила Германия, однако в Азиатские страны побили все рекорды по приросту «солнечных» мощностей — один только Китай увеличил выработку энергии за счёт солнца на 60%, выйдя на внушительный показатель в 28 ГВт.

Американская экономика получила дополнительные 6,2 ГВт солнечной энергии за 2013 год. Впервые жилой, коммерческий и комму-



нальный сектора ввели в эксплуатацию более 1 ГВт новой мощности каждый. И это несмотря на то, что потребление в коммерческом секторе немного снизилось.

Евросоюз продолжает лидировать по общему количеству «зелёной» энергии, сейчас там вырабатывается 97 ГВт.

Австралия занимает седьмое место в рейтинге стран, освоивших наибольшие новые мощности — их прирост составил 0,9 ГВт, всего в этой стране вырабатывается 4,1 ГВт.

Резюмируя свой отчёт, ассоциация REN21 рекомендует законодательным органам отказаться от фокусировки на отдельных технологиях, предлагает комплексное использование различных видов «зелёных» технологий выработки энергии. Всё это позволит добиться большей эффективности за счёт гибкой системы управления распределением мощности по сети

Страны Латинской Америки также инвестируют значительные средства в возобновляемую энергетику. Среди лидеров этого региона Чили с 12 МВт и Мексика, вырабатывающая 64 МВт.

В развитии ветроэнергетики азиатские страны показывают наиболее интенсивный рост на протяжении последних семи лет. По уровню роста в этой отрасли Азия давно оставила позади Европу. Китаю принадлежат 45% всех нововведённых «ветряных» мощностей.

Страны Африки освоили в общей сложности 1 ГВт энергии ветра за последний год, в основном за счёт Южной Африки, где увеличили суммарную мощность с 10 до 570 МВт.

Мировая гидроэнергетика выросла на 3,6% (37 ГВт) в 2014 году, теперь водяные потоки приносят 1055 ГВт электроэнергии. Китай снова лидирует по количеству новых мощностей, за ним идут Бразилия, Канада, Турция, Индия и Россия. Вместе эти пять стран ввели в эксплуатацию около 60% всей новой мощности на планете.

В России чистый прирост мощности в 2014 году составил 1,1 ГВт, а суммарная мощность теперь равняется 47,7 ГВт.

В целом по миру возобновляемые источники приносят 19,1% всей потребляемой энергии. Эти данные были получены в 2013 году и на сегодняшний день являются самыми актуальными. Рост был спровоцирован как политическими решениями, так и быстро растущей конкурентоспособностью возобновляемой энергетики.

Резюмируя свой отчёт, ассоциация REN21 рекомендует законодательным органам отказаться от фокусировки на отдельных технологиях, предлагает комплексное использование различных видов «зелёных» технологий выработки энергии. Такой подход позволит добиться большей эффективности за счёт гибкой системы управления распределением мощности по сети.

Кроме того, соответствующие отраслевые специалисты, подготовившие отчёт, призывают принимать взвешенные и предсказуемые решения связанные с распределением финансирования в развивающихся странах — там, где доступные инвестиции могут принести ощутимую выгоду. ●

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

ufi
Approved
Event



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ BOILERS AND BURNERS

6-9 октября 2015 Санкт-Петербург

V Международный Конгресс



Энергосбережение и
энергоэффективность –
динамика развития

ОРГАНИЗАТОР



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

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Конгрессно-выставочный центр «ЭКСПОФОРУМ»,
Петербургское шоссе, 64/1

Генеральный бизнес-партнер:



Генеральный информационный партнер:



Стратегический информационный партнер:





КЛАПАНЫ ДЛЯ РАДИАТОРОВ,
ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЕ ГОЛОВКИ



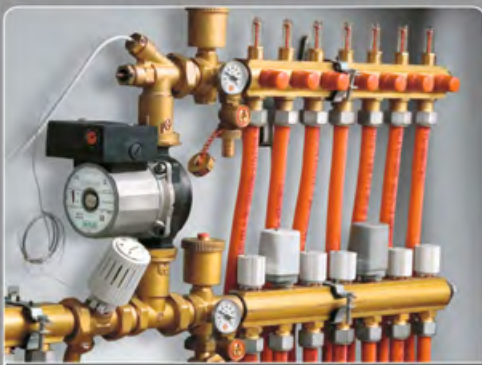
КЛАПАНЫ ДЛЯ ОДНО И ДВУТРУБНЫХ СИСТЕМ,
УЗЛЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ



ШАРОВЫЕ КРАНЫ



ФИТИНГИ И АДАПТЕРЫ



КОЛЛЕКТОРЫ



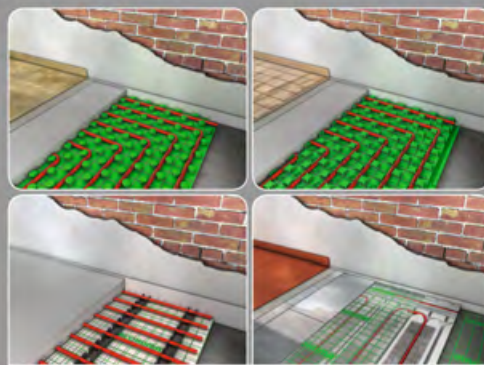
ЗОНАЛЬНЫЕ И СМЕСИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ,
КОТЕЛЬНОЙ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА



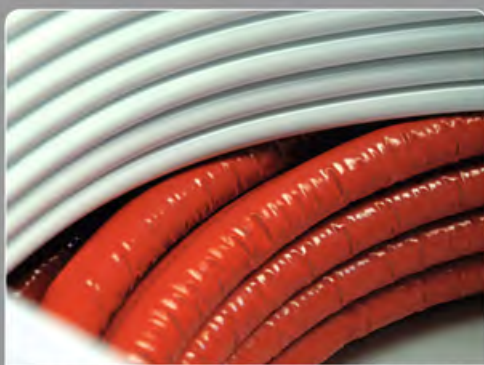
МОДУЛИ УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛА



БЛОКИ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ



СИСТЕМА НАПОЛЬНОГО ОБОГРЕВА И
ОХЛАЖДЕНИЯ



ТРУБЫ PPR, PEХ, PERT, PEХ AL PEХ И PB

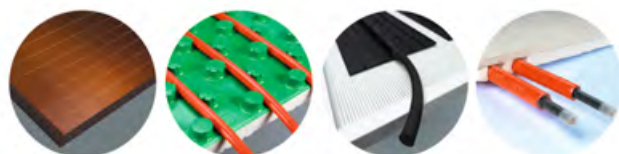


СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ



СИСТЕМЫ ПОТОЛОЧНОГО ОБОГРЕВА И
ОХЛАЖДЕНИЯ

ИДЕАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ
ОТОПЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТОМ.
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.



 **TRUEMADE IN ITALY**
ДЕЙСТВИТЕЛЬНО, СДЕЛАНО В ИТАЛИИ



GIACOMINI
WATER E-MOTION



**В РОССИИ ОТКРЫТ СКЛАД!
МЫ СТАЛИ БЛИЖЕ К ВАМ.**

**МЫ УПРАВЛЯЕМ
ПОТОКАМИ**



ООО « ФАФ ВАНА САНАЙИ »

Тел: +7 (499) 130-01- 65 (FAF логистик) + 7 (925) 823-72- 63 (FAF офис)
Адрес склада: 115201 г. Москва, ЮАО, 2-й Котляковский переулок, д.1, стр.29, склад 33

moscow@fafvalve.com
www.fafvana.ru