



12

PP-R-трубы
на российском
рынке



26

Учёт тепла
в МКД:
полемика



42

Развитие
распределённой
генерации



56

Солнечная
энергия для
бюджетников



НОВИНКА

Deluxe One

ОДНОКОНТУРНЫЙ
настенный
газовый котел



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



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



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

navien



navien.ru

0+

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

aqua THERM MOSCOW

2–5 февраля 2021
Крокус Экспо, Москва

Забронируйте стенд



aquatherm-moscow.ru

Developed by



Организаторы



Специализированные разделы

WORLD OF
WATER & SPA



Часть ЖИЗНИ



Система GX

Универсальная трубопроводная система

Система полимерных трубопроводов GX предназначена для организации внутренних инженерных систем, для работы при долговременных воздействиях высокой температуры и давления.

Высокую надежность соединений в течение всего жизненного цикла системы обеспечивают оптимизированный профиль соединительных штуцеров фитингов, монтажные кольца из полимера с молекулярной памятью, и труба из сшитого полиэтилена высокого качества с увеличенной толщиной стенки.

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





[АИС – инструмент оптимизации производства](#)

Во всех отраслях стоят одни и те же задачи: снижение затрат, ускорение производства, гарантии качества и повторяемости при использовании существующих технологических процессов. Об этом — в интервью с главой Ассоциации производителей автоматических измерительных систем (АПАИС) Михаилом Сулимой.

10



[PP-R-трубы на рынке. Опрос специалистов](#)

Рынок полипропиленовых труб живёт и развивается. Вместе с тем он, как и другие сегменты рынка инженерного оборудования зданий и сооружений, испытывает трудности и трансформируется. Мы обратились к представителям компаний-игроков рынка с тем, чтобы узнать их мнение о текущей ситуации.

12



[Универсальный индекс насыщения воды CaCO₃](#)

В статье представлена методика расчёта значения pH воды, соответствующего состоянию насыщения воды по карбонату кальция. Данная методика основана на использовании значения произведения растворимости карбоната кальция и константы диссоциации угольной кислоты по второй ступени.

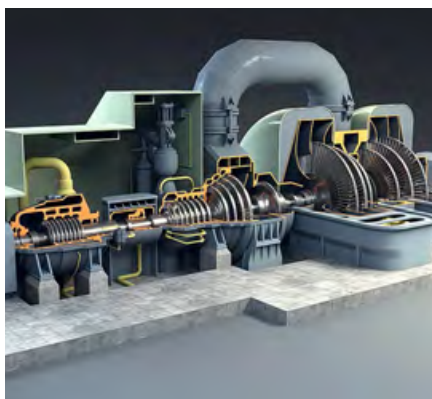
20



[О целесообразности индивидуального учёта тепла в МКД](#)

Авторы материала, в порядке полемики с профессором Б.А. Крупновым, статья которого «Всегда ли целесообразен поквартирный учёт теплоты на отопление в современных жилых домах?» вышла в журнале СОК ранее, комментируют подход специалиста к задаче индивидуального учёта тепловой энергии.

26



[Отработавший в турбине пар – для теплоснабжения](#)

В статье дана оценка влияния отпуска теплоты из отбора паровой турбины для теплоснабжения на эффективность использования топлива. Произведён анализ критериев оценки изменений в тепловой схеме паротурбинной установки на её экономичность, по которым может оцениваться эффективность теплофикации.

30



[Распределённая генерация в мире и в России](#)

Ежегодно во всём мире увеличивается спрос на электроэнергию. Происходит постепенная трансформация глобальной энергетики в направлении от централизованной генерации к более децентрализованной. Во многих странах в последнее десятилетие происходит бурное развитие распределённой генерации...

42

Новости

4

Интервью

[Автоматизированные измерительные системы: оптимизация производства](#)

10

Сантехника и водоснабжение

[Полипропиленовые трубы на российском рынке. Опрос специалистов](#)

12

[Универсальный индекс насыщения воды карбонатом кальция](#)

20

Отопление и ГВС

[Трубопроводные системы Giacomini](#)

24

[О целесообразности индивидуального учёта тепла в МКД](#)

26

[Метод оценки эффективности использования теплоты отработавшего в турбине пара для теплоснабжения](#)

30

Кондиционирование и вентиляция

[Многослойная фасадная панель с воздушным зазором для энергоэффективных зданий с комплексом ВИЭ](#)

36

Энергосбережение и ВИЭ

[Развитие распределённой генерации в мире и в России](#)

42

[Потенциал развития ВИЭ на территориях России с децентрализованным энергоснабжением](#)

54

[Анализ эффективности сетевых солнечных электростанций для энергосбережения в бюджетных учреждениях](#)

56

References

63

В следующем номере:

1. Экспертные статьи спикеров, сделавших доклады на двухдневной Онлайн-конференции* «Нюансы BIM- и BEM-проектирования в контексте новых вызовов времени и нестандартных задач».

В мероприятии приняли участие представители компаний:

liNear GmbH
«Геффен»
Renga Software
«Академия BIM»
ГК «Бюро Техники»
Vysotskiy consulting
«Два Облака»
BIMLIB

2. Развёрнутая статья по мотивам профессиональной дискуссии спикеров и слушателей мероприятия.

* Конференция состоялась 3 и 5 июня 2020 года. Организаторы: Aquatherm Moscow и журнал СОК.

Одной строкой

- В 2020 году в корпорацию ANI Carrier вошли два новых бренда — итальянские производители отопительного оборудования Rielo и Beretta. Это позволило компании расширить ассортимент и создать уникальное предложение на рынке ОВиК, позволяющего оснащать объекты полным спектром основного инженерного оборудования.
- Компания «Grundfos Истра» вошла в рейтинг лучших работодателей России 2019 года по версии авторитетного портала HeadHunter. Рейтинг составляется ежегодно, «Grundfos Истра» включена в него впервые.
- Корпорация Toshiba Carrier объявила о создании нового производственного филиала в Гнезно, Республика Польша. Совместное предприятие Toshiba Corp. и Saipier Corp. инвестирует в эту дочернюю компанию приблизительно 3 млрд японских иен (около €24,6 млн).
- За прошедший год продажи концерна Viessmann выросли на 6,4%, оборот достиг величины €2,65 млрд. Третий год подряд семейный концерн Viessmann заканчивает с рекордными результатами, несмотря на сложные рыночные условия.
- Компания ООО «Виссманн» приняла решение продлить действие сертификатов специалистов, ранее прошедших обучение, срок действия которых заканчивается в 2020 году. Срок действия сертификатов продлён на один год.
- Акционерное общество «Дорогобужкотломаш» подписало соглашение о сотрудничестве с АО «Группа компаний «ЕКС», одним из лидеров строительной отрасли России.
- ООО «ВЕЗА» получила Международный сертификат соответствия менеджмента качества в системе сертификации TÜV Nord Cert GmbH.
- Ровно 25 лет назад Александр Михайлович Дерипасов решил создать климатическую компанию ООО «ВЕЗА», одну из крупнейших на сегодня.
- Специальная система мониторинга и контроля устранения аварий и инцидентов на объектах ЖКХ начнёт работать по всей России с 1 сентября 2020 года. Об этом сообщил заместитель главы Минстроя РФ Максим Егоров. По его словам, с 1 июля эта цифровая платформа будет запущена в опытную эксплуатацию, а с 1 сентября 2020 года будет штатно применяться на всей территории страны.
- Midea приобретает технологическую компанию Hisonics — производителя промышленных частотных преобразователей (VFD) — для автоматизации своих производственных линий.

VIM

Итоги Пятого VIM-конкурса «Мастер-Renga»



На мероприятии, посвящённом подведению итогов V VIM-конкурса «Мастер-Renga», были объявлены его победители среди профессиональных проектировщиков и студентов. Пятый юбилейный конкурс стартовал 10 октября 2019 года под девизом «Народ, не знающий своего прошлого, не имеет будущего». Учащиеся учебных заведений в работе над своими проектами обратились к теме Великой Отечественной войны, а профессиональные проектировщики присылали на конкурс реальные проекты, которые они создают в рамках своей деятельности. Проект «Дом грузчиков в Волгограде» (Олеся Колодяжная и Антон Рябов из УРФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина) стал победителем номинации «Объекты культуры — жертвы войны».

В номинации «Архитектура послевоенных пятилеток» победителем стал проект Юрия Столярова, студента МГСУ. Он воссоздал в Renga типовый проект домов 253 серии, разработанных в 1953 году для территории РСФСР. В номинации «Первый VIM-проект» победил проект «Многоэтажный жилой дом», выполненный под руководством Игоря Привезенцева из АО «ЦНИИЭПГраджданстрой». Ещё один проект этой номинации — «Здание производственного цеха», спроектированное АО «Трубодеталь» (создан Александром Федяевым), — стал победителем зрительского голосования. Лучшей работой номинации «Проект с применением каталогов KNAUF» стал проект «Многоквартирный жилой дом», спроектированный ООО «Стройэксперт». В номинации «Open VIM» победителями стали два проекта: «Стадион «Локомотив», выполненный Романом Мироновым из «Бюро Строительной экспертизы», и «Торговый центр», спроектированный Владимиром Герцем из ООО «Проект-Центр». В номинации «Коллективный VIM-проект» лучшим коллективным проектом члены жюри назвали конкурсную работу «Производственное здание» ПАО «Уралпромпроект».

Rubetek и Tion

Rubetek и Tion выпустили «умный» бризер

Лидер российского рынка «интернета вещей» rubetek и крупнейший отечественный разработчик и производитель бытовых приборов вентиляции и очистки воздуха Tion объявляют о выпуске нового устройства: Tion бризер 3S rubetek. Бризер — это компактный бытовой прибор для приточной вентиляции, он очищает поступающий в квартиру или офис воздух, а также подогревает его в холодное время года. Бризер подаёт свежий, чистый воздух с улицы, эффективно проветривая помещение при закрытых окнах, в том числе уменьшая концентрацию вирусов и бактерий в воздухе и позволяя эффективно снижать риски перекрёстного инфицирования. Режим рециркуляции позволяет очищать воздух внутри комнаты от пыли и запахов.



Особенность новой модели бризера в том, что в него встроен модуль управления rubetek. Пользователь устанавливает на смартфон приложение rubetek и подключает Tion бризер 3S rubetek в качестве центрального устройства, также в приложении настраивает параметры работы всех элементов (системы безопасности, освещения, защиты от протечки и пожара, кондиционера и др.). Приложение будет отправлять задачи на модуль, встроенный в бризер, а оттуда они будут передаваться устройствам. Если у пользователя уже есть устройство, которое может брать на себя функцию центра управления «умным домом», бризер может присоединиться к нему. Приложение для «умного дома» rubetek работает через Интернет или в закрытой сети.



Новые разработки LG Electronics в промышленных кондиционерах



Компания LG Electronics представила новый промышленный кондиционер для серии мультizonальных систем с дополнительной функцией очистки воздуха. Новый четырёхпоточный кассетный блок Dual Vane от LG предлагает более широкие возможности по функционалу и обработке воздуха, что делает его наиболее привлекательным для владельцев помещений и специалистов, сталкивающихся на рынке с огромным выбором различных решений по кондиционированию. Управление устройством можно с помощью провод-

ного пульта дистанционного управления, центральных контроллеров и различных систем интеграции в центральное управление зданием, а дополнительная опционная возможность интеграции с технологией LG ThinQ позволяет вести мониторинг и управлять качеством воздуха в режиме реального времени, используя приложение для пользователей небольших объектов.

В новом кондиционере LG предусмотрена четырёхфазный процесс очистки воздуха. Технологии были компактно внедрены без изменений габаритов блоков. Кондиционер очищает воздух в несколько этапов: цикл первичной очистки (эффективность фильтрации увеличена почти в 2,5 раза), поляризация частиц пыли (увеличение электростатического заряда пылинок для оседания на диэлектрическом пылеулавливающем фильтре), удаление сверхтонкой пыли с размером частиц PM1.0 — для точного контроля уровня загрязнённости воздуха в помещении на фронтальной панели установлен датчик PM0.1, фотокаталитическая дезодорирующая фильтрация (поглощение запахов и вредных газов).

Появление нового кассетного кондиционера от LG станет прекрасным решением для медицинских и образовательных учреждений, розничных магазинов и ресторанов.

Новый Gree U-Match Inverter



В этом году была обновлена линейка U-Match Inverter — полупромышленная серия кондиционеров с универсальными наружными блоками. Основные характеристики серии: длина фреоновой трассы до 75 м, перепад высот до 30 м, работа на охлаждение и на обогрев при -15°C . В обновлённой серии наружные блоки теперь с одним вентилятором. Отличить новые блоки от старых можно по маркировке и наименованию моделей.

Новые наружные блоки характеризуются пониженным уровнем шума, более компактными размерами и увеличенным диапазоном

работы. В качестве опции был добавлен зональный пульт, позволяющий управлять одновременно несколькими блоками, также появилась возможность подключения к системе удалённой диспетчеризации («умный дом») через протокол Modbus. Обновлённые внутренние блоки U-Match Inverter поддерживают установку Wi-Fi-модуля для управления блоками с помощью смартфона.

В новом исполнении изменился дизайн кассетных блоков U-Match Inverter. Панель заменена на восьмипоточную, позволяющую равномернее распределять воздух в помещении. Кассетные блоки обладают встроенной дренажной помпой и комплектуются ИК-пультом дистанционного управления. В сравнении с предыдущей линейкой новые кассетные U-Match Inverter более тихие и компактные. Канальные блоки также выполнены в новом дизайне и компактных размерах. Статическое давление у этой линейки U-Match Inverter увеличилось до 200 Па. Новые напольно-потолочные блоки также имеют пониженный уровень шума и более компактные размеры.

ООО «ВЕЗА» – в списке системообразующих предприятий России

21 апреля ООО «ВЕЗА» вошла в перечень системообразующих организаций российской экономики. В перечне Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, опубликованном на сайте министерства, компании из 15 отраслей. В список по отрасли «Тяжёлое машиностроение» вошли компании с выручкой от двух миллиардов рублей и численностью от 250 человек.



ООО «ВЕЗА» является единственным в России предприятием полного цикла производства центральных кондиционеров, теплообменного оборудования, вентиляторов и клапанов. В условиях самоизоляции ООО «ВЕЗА» продолжает свою работу. Все десять заводов работают в полном объёме. Отгрузка готовой продукции и сервисное обслуживание продолжается в штатном режиме.

Открыта онлайн-регистрация на выставку «ЭКВАТЭК 2020»

Открылась онлайн-регистрация на выставку «ЭКВАТЭК 2020», информационную поддержку которой оказывает журнал СОК.

Зарегистрируйтесь сейчас и станьте на шаг ближе к главному событию года для водного рынка. В самом начале осени производители и поставщики соберутся на одной площадке, чтобы представить продукцию и услуги для водоподготовки и водоснабжения, водоотведения, очистки сточных вод и утилизации осадка, строительства и эксплуатации водохозяйственных сооружений, традиционного и бестраншейного строительства и ремонта инженерных сетей.

Выставка «ЭКВАТЭК 2020» пройдёт 8–10 сентября 2020 года в «Крокус Экспо», Москва.

Meibes

Насосные группы Meibes MeiFlow Top S

Компания «Фламко РУС» сообщила об обновлении популярной системы быстрого монтажа для обвязки котельных и климатических систем от немецкого бренда Meibes. Эта система имеет название MeiFlow Top S и является эволюционным продолжением системы «Поколение 8». Новая система MeiFlow Top S



предполагает быструю и красивую сборку узла приёма, приготовления и распределения теплоносителя для котельных с суммарной отопительной мощностью до 85 кВт и рабочим давлением до 6 бар. Гидравлические компоненты системы имеют межосевое расстояние между патрубками подающей и обратной линий — 125 мм. Ряд изменений в качественную сторону коснулся типоряда насосных групп и комплектующих, теплоизоляции, арматуры, крепления и многого другого.

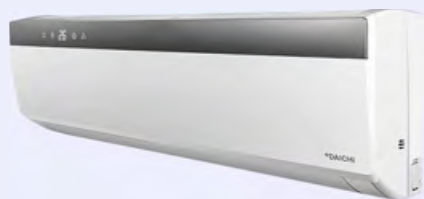
Thermomatic

Новый сервопривод-регулятор Thermomatic CC 2.0

Thermomatic CC — это постоянный регулятор с сервоприводом для смесительных кранов с углом поворота 90°. Thermomatic CC может использоваться в системах охлаждения и отопления, для постоянного регулирования температуры в системе напольного отопления, для поддержания постоянной температуры обратной линии котла на твёрдом топливе. Время поворота — всего 73 с, температура регулируется в диапазоне 0–99°C. Настройки легко изменяются с помощью имеющихся на регуляторе сенсорных кнопок, устойчивых к воздействию пыли, влаги и к механическим повреждениям. Сервопривод подходит к большинству трёхходовых клапанов.

Daichi

Кондиционер Daichi X-Treme Peak



Тепловой насос X-Treme Peak — усовершенствованная версия популярной инверторной сплит-системы Peak. X-Treme Peak учитывает растущий интерес к использованию кондиционеров — тепловых насосов «воздух-воздух» в качестве вспомогательных устройств для отопления.

Daichi X-Treme Peak устойчиво работает на охлаждение при температуре –15°C без дополнительных доработок. Стабильно поддерживает номинальную производительность на обогрев при уличной температуре до –25°C. Роторный компрессор специального заводского исполнения ориентирован на «зимнее» использование. Эксплуатация возможна до –30°C. Экономия электроэнергии для

клиента по сравнению со стандартными системами составит до 40%.

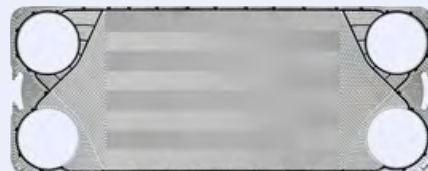
В вентиляторах и внутреннего, и наружного блоков используются экономичные Full-DC-двигатели. Кондиционеры в режиме обогрева не допускают переохлаждения помещения зимой в отсутствие жильцов, поддерживая температуру не ниже 0°C. Функция «Комфортный сон» учитывает особенности восприятия температуры человеком ночью. Чтобы избежать перегрузки электросети, на время включения мощных электроприборов можно с пульта ограничить энергопотребление кондиционера. Сплит-системы сохраняют работоспособность, даже если напряжение падает до 170 или повышается до 265 В. Производительность новинки от 2,6 до 6,7 кВт. Дизайн внутреннего блока — с серебристой вставкой на лицевой панели. Во внутренний блок X-Treme Peak можно установить Wi-Fi-контроллер Daichi и управлять кондиционером через мобильное приложение, а также использовать сервисные предложения Daichi.

Kelvion

Пластины Kelvion NX350M – новый уровень теплообмена

Высокая производительность и эффективная теплопередача даже при низких перепадах температур — это основные требования для теплообменников, применяемых на тепло- и электростанциях, в сталелитейном производстве, центральном тепло- и холодоснабжении, а также в системах охлаждения центров обработки данных.

Новые пластины NX350M разборных пластинчатых теплообменников «Кельвион» созданы специально для решения таких задач. Благодаря диаметру присоединения 350 мм и размерам пластины около 1000×3000 мм новые пластины можно применять в теплообменниках с тепловой мощностью в несколько десятков мегаватт.



Устойчивые к высоким давлениям пластины с глубиной гофрирования всего 2,4 мм и высокой турбулентностью потока обеспечивают эффективный теплообмен.

Пластины разборных пластинчатых теплообменников NX350M доступны из нержавеющей стали и титана. Они изготавливаются с различными типами рифления и совместимы с универсальной рамой разборных пластинчатых теплообменников «Кельвион». Как и в других пластинах семейства N, в новых пластинах для надёжной фиксации уплотнений применяется проверенная система крепления уплотнений EcoLoc и система самопозиционирования пластин PosLoc, которая автоматически выравнивает пластины во время сборки пакета. Новые пластины NX350M дополняют существующий типоразмерный ряд пластин разборных пластинчатых теплообменников «Кельвион» серии NX, которая представлена шестью различными типоразмерами с диаметрами присоединения от DN25 до DN350.



В Германии представлен проект крупнейшей в мире водородной сети

Ассоциация газотранспортных операторов Германии (Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V., FNB Gas) представила план создания к 2030 году сети для транспортировки водорода по всей стране длиной 1200 км, что на сегодняшний день является крупнейшим проектом в мире. Трубопроводная система стоимостью €660 млн, получившая название H₂ Startnetz 2030 (можно перевести как «водородная стартовая сеть»), свяжет центры потребления в землях Северная Рейн-Вестфалия и Нижняя Саксония с конкретными проектами по производству «зелёного газа» (Grüingas-Projekte) в Северной Германии (в плане учтён 31 проект).

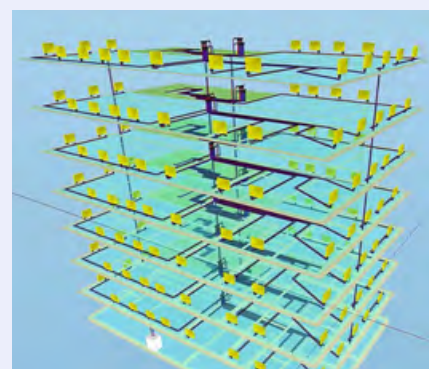
Кроме того, предусмотрена транспортировка водорода и на юг страны. По информации FNB Gas, около 1100 из запланированных 1200 км водородной транспортной системы будут переоборудованы из бывших газопроводов, перекачивающих природный газ, и только около 100 км необходимо построить заново. Планирование проекта H₂ Startnetz было выполнено в рамках обновления официального Плана развития газовых сетей (NEP) Германии на



2020–2030 годы. Федеральное правительство Германии должно представить национальную водородную стратегию в ближайшие недели. Её публикация была отложена из-за вспышки инфекции COVID-19.

Новая программа Audytor Set 7.2

Начиная с 11 мая 2020 года на сайте компании Sankom пользователи смогут скачать и пользоваться новой версией программы Set с расширенным модулем проектирования тёплого пола и другими полезными изменениями. В программе Audytor Set 7.2 внесены изменения и добавлены следующие новые функции: расширение модуля проектирования тёплого пола; новый модуль двухмерной графики, обеспечивающий повышенную эргономику работы, повышенное качество отображаемой информации, а также позитивно



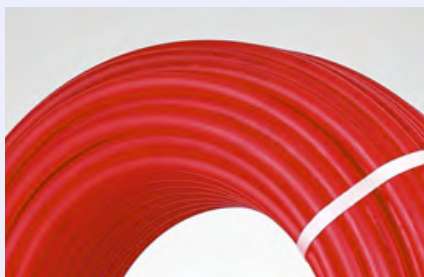
сказывающийся на скорости отображения информации; расширение набора схем смесительных групп; усовершенствование модуля DWG; ускорение процесса открытия файлов; расширение экспорта в Excel (возможность одновременно сохранить все таблицы); другие полезные функции.

Audytor Set — это самый продвинутый набор программного обеспечения для проектирования систем водоснабжения, отопления и холодоснабжения, оптимизированный для масштабных проектов.

Перспективная разработка для PE-X-труб от Rothenberger



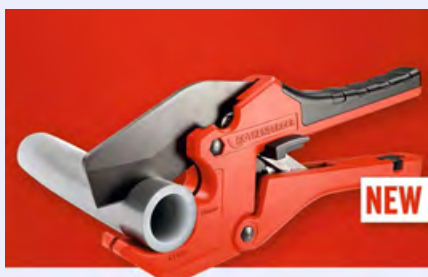
аккумулятора Romax PE-X AR32 позволяет монтажникам выполнять работу при экстремальных температурах от –10 до +60 °С. Прочный металлический корпус Romax PE-X AR32 устойчив к коррозии. Пресс Romax PE-X AR32 предлагается как отдельно, так и в наборе с экспандерными головками и с одним или двумя аккумуляторами CAS. Заказать экспандерные головки различных размеров можно и отдельно. Технические характеристики: размеры — 272×175×80 мм (включая литиевый аккумулятор 2,0 А·ч, 18 В); вес — 1,75 кг; скорость — 60 ударов в минуту; экспандерная головка — 16–32 мм / 3/8"–1"; питание — литиевый аккумулятор 2,0 А·ч, 18 В; рабочая температура от –10 до +60 °С.



С осени 2020 года монтажники в России могут приобрести и попробовать в работе новинку от фирмы Rothenberger (Германия) — аккумуляторный экспандер Romax PE-X AR32, который предназначен для монтажа труб из сшитого полиэтилена и для систем с соединением типа Quick & Easy. Большая ёмкость

Первый крупномасштабный проект хранения CO₂

Нефтегазовые компании Equinor, Shell и Total приняли историческое инвестиционное решение. Они вложат средства в проект Northern Lights («Северное сияние») по улавливанию и хранению CO₂ на норвежском континентальном шельфе. Стороны отмечают, что «Северное сияние» может стать первым шагом к формированию цепочки создания стоимости в области улавливания и хранения углерода (CCS), что жизненно важно для достижения глобальных климатических целей, зафиксированных Парижским соглашением.



Rothenberger

Новинка – Rocut 42 Twin Cut

Rocut 42 Twin Cut — ножницы для резки одной рукой пластиковых труб из ПП, ПЭ, РЕ-Х, ПБ и ПВХД диаметром до 42 мм. В программе Rothenberger в разделе оборудования для обработки пластмассовых труб появилась новая разработка — универсальные ножницы Rocut 42 Twin Cut. Особенности и преимущества: мощный механизм для точной резки толстостенных труб под прямым углом без деформации; функция «Резка за один проход»; широкая опора для точной резки, лезвие из высококачественной закалённой стали



со специальным покрытием; улучшенный храповой механизм; точная резка под прямым углом; прецизионная точечная резка без деформации; небольшая затрата сил при резке, высокая передача усилия благодаря принудительной подаче; контролируемое автоматическое раскрытие лезвия при нажатии на кнопку; а также надёжное удерживание благодаря прорезиненной рукоятке. Основная особенность Rocut 42 Twin Cut в том, что с помощью новых ножниц можно резать пластмассовые трубы малого диаметра (например, 20 мм) одним нажатием. На ножницах предыдущих моделей для разреза таких труб требовалось использовать трещотку, чтобы лезвие достигло поверхности трубы. Поступление новинки на склад ожидается в сентябре-октябре 2020 года.



ВИЭ

ПАО «Сбербанк» профинансирует СЭС

«Сбербанк» и ГК «Солар Системс» расширяют сотрудничество: принято решение о финансировании строительства солнечной электростанции в Республике Башкортостан (Калмыцкая СЭС) общей мощностью 25 МВт. В планах на второй квартал — финансирование затрат на строительство ряда других солнечных электростанций (СЭС «Астерион», СЭС «Луч», СЭС «Медведица») на общую сумму 6,7 млрд рублей. «Сбербанк» видит большой потенциал в проектах с использованием возобновляемых источников энергии, поэтому активно кредитует это направление.

Источник: ПАО «Сбербанк».

Внедрение солнечных электростанций не только уменьшает негативное воздействие на окружающую среду, но и обеспечивает компании и население доступными и недорогими энергоресурсами, что становится особенно актуальным в текущей ситуации.

ВИЭ

Солнечные электростанции станут обязательными для новостроек в Вене

Руководство австрийской столицы проводит реформу строительных норм (Bauordnung), которая призвана сделать Вену «более современным, более дружелюбным для климата и готовым к будущему» городом. Предложенные поправки в строительный кодекс включают расширение категорий зданий, для которых станут обязательными фотоэлектрические солнечные электростанции.

Установка фотоэлектрической системы уже является необходимой для некоторых строительных проектов (промышленные объекты).

Сегодня предлагается распространить правило практически на всё новое строительство — на жилые и учебные здания.

Предполагается, что размер фотоэлектрической станции на жилых зданиях в Вене будет определяться исходя из возможного объёма потребления солнечной энергии непосредственно в здании. Проект изменений предусматривает, если установка фотовольтаической системы невозможна по юридическим, техническим или экономическим причинам, объект соответствующего размера всё равно должен быть возведён на другом участке земли (обязательство не распространяется на

РАВИ

Соглашение о сотрудничестве между АРВЭ и РАВИ

В целях укрепления партнёрских отношений и осуществления долгосрочного и эффективного сотрудничества в сфере стимулирования инвестиций в сектор возобновляемой энергетики в России Ассоциация развития возобновляемой энергетики (АРВЭ) и Российская ассоциация ветроиндустрии (РАВИ) заключили соглашение о сотрудничестве и взаимодействии.

Данное соглашение закрепляет стремление двух ведущих профессиональных объединений российского сектора ВИЭ усилить содействие в развитии отрасли — в первую очередь в вопросах, связанных с осуществлением инвестиционной и проектной деятельности в сфере возобновляемой энергетики на территории России, формированием эффективной нормативно-правовой базы, регулирующей отрасль ВИЭ, а также для обмена опытом с зарубежными компаниями, обладающими передовыми технологиями и компетенциями в реализации проектов в секторе ВИЭ.

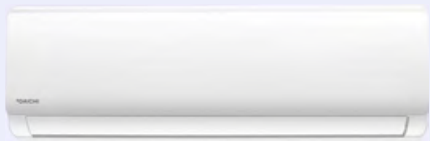


жилые здания). Вена планирует предложить новые финансовые стимулы для установки солнечных электростанций на новых объектах городской недвижимости.

В новых и реконструируемых зданиях теперь также должны устанавливаться пункты зарядки электромобилей либо выделяться подготовленные места для их последующего размещения. Точное количество зарядок будет регулироваться законом и зависеть от того, является ли здание жилым или нежилым.

К 2030 году вся потребляемая в Австрии электроэнергия должна будет вырабатываться на основе возобновляемых источников.

Сплит-система Daichi Everest



Компания «Даичи» представила настенную сплит-систему Daichi Everest — функциональный современный блок с привлекательной ценой. Кондиционеры Everest относятся к классу on-off и представлены моделями производительностью 2,05–7,03 кВт. У новинки универсальный дизайн: белый блок с матовым покрытием и LED-дисплеем на лицевой панели. В комплект входит дизайнерский пульт ДУ с интуитивно понятным интерфейсом. Everest заботится о здоровье и безопасности. В базовую комплектацию кондиционера входят ионизатор воздуха и фильтр с ионами серебра. Ионизатор создаёт благоприятный для здоровья микроклимат и улучшает самочувствие. Ионы серебра по всей поверхности фильтра

помогают нейтрализовать осевшие на нём аллергены и микроорганизмы.

При помощи режима автоматического качания горизонтальных и вертикальных заслонок можно добиться 3D-объёмного распределения воздушного потока. Оптимальные условия для отдыха обеспечивают функции «Комфортный сон» и возможность отключения дисплея. Для снижения энергопотребления предусмотрен экономичный режим.

Во внутренний блок Daichi Everest можно установить Wi-Fi-контроллер Daichi и управлять кондиционером через мобильное приложение, а также использовать премиальные сервисные предложения Daichi.

Компания «Даичи» выпустила климатическое оборудование под собственной торговой маркой в 2019 году. В ассортименте бренда представлены бытовые и полупромышленные модели с востребованными характеристиками, в том числе кондиционеры для технологического охлаждения.

Электромобили Tesla смогут выполнять функции батарей для дома

Электромобиль — это не просто «средство передвижения», но ещё и мощная аккумуляторная батарея на колёсах. Поэтому электрические автомобили рассматриваются в качестве одного из важных элементов энергетической системы будущего, одного из видов систем накопления энергии.

Для того, чтобы автомобиль мог не только заряжаться, но и отдавать электроэнергию, нужны некоторые изменения в электрической архитектуре машины, дополнительные технические устройства. Всё это называется концепцией «автомобиль-сеть» (Vehicle-to-Grid, V2G). Раньше Tesla отрицательно относилась к данной технологии «по экономическим соображениям». Однако сегодня, по сообщениям ряда СМИ, Tesla интегрировала подобную технологию в свою Model 3, сделав возможной «двунаправленную зарядку».

В Model 3 используется стандарт штекеров CCS2, а не CHAdeMO, который уже поддерживает V2G и используется электромобилем Nissan Leaf в Японии. Вместо использования внешнего преобразователя, такого как в стандарте CHAdeMO, Tesla использует внутренний преобразователь — инвертор, встроенный в бортовое зарядное устройство. То есть постоянный ток от батареи преобразуется в переменный «внутри» машины и может отводиться с помощью стандартного разъёма



Типа 1 или Типа 2. Это увеличивает расходы автопроизводителя, но резко снижает стоимость V2G для конечного пользователя.

«В дополнение к этому двунаправленная конструкция повторяется три раза на одной и той же плате на зарядном устройстве Model 3. Ещё один пример избыточной конструкции, которая обеспечивает рабочий процесс, даже если одна из цепей выходит из строя. Кроме того, это трёхфазное исполнение, поэтому его можно использовать по всему миру», — отмечается в материале Electrek, который первый написал о событии. Новая функция пока не работает, но Tesla может активировать её в любом момент просто посредством обновления бортового программного обеспечения.

Новые микро-ГЭС могут обеспечить энергией тысячи посёлков

Проточные микро-ГЭС новой конструкции, которые можно ставить даже на маленьких речках, скоро изменят жизнь миллионов людей во всём мире. Небольшие установки мощностью от 5 до 500 кВт не влияют на экологию, не вредят фауне и выдают электричество 24 часа в сутки. Проточные микро-ГЭС, разработанные компанией Vortex Micro Hydropower, сегодня тестируются в Малайзии. Здесь много небольших рек и ручьёв, которые при правильном подходе способны снабжать электроэнергией тысячи прилегающих поселений. Развитие



инженерных технологий позволило повысить эффективность турбин и увеличить объём генерируемой энергии. По мнению специалистов Vortex, новые технологии позволят обеспечить электричеством миллионы людей, живущих в удалённых районах рядом с небольшими реками. Создание микро-ГЭС подразумевает лишь небольшие вложения, а строительные работы проходят в короткие сроки.

Одобрено строительство крупнейшей солнечной электростанции в США

Министерство внутренних дел и Бюро по управлению земельными ресурсами США утвердили проект строительства и эксплуатации фотовольтаической солнечной электростанции Gemini мощностью 690 МВт, которая станет крупнейшей в Соединённых Штатах. Стоимость проекта оценивается в \$1 млрд. Объект площадью 28 км² будет построен компаниями Arevia Power и Solar Partners XI на государственных землях в штате Невада. Электростанция будет ежегодно перечислять Казначейству США \$3 млн в качестве арендной платы за этот участок.

Автоматизированные измерительные системы: оптимизация производства

В связи со значительным ростом конкуренции, как на внутренних, так и на внешних рынках, возникает очевидная необходимость повышения качества готовой продукции путём оптимизации существующих производственных процессов. Это касается абсолютно всех отраслей промышленности и энергетики, так как по существу во всех сферах стоят одни и те же задачи: снизить затраты, ускорить производство, гарантировать качество и повторяемость при использовании существующих технологических процессов. Об этом мы поговорили с главой Ассоциации производителей автоматических измерительных систем (АПАИС) Михаилом СУЛИМОЙ.

Автор: Ирина КРИВОШАПКА, координатор экспертного совета газеты «Энергетика и промышленность России», специально для журнала СОК



❖ **Чем, по вашему мнению, в последнее время обусловлен высокий интерес предприятий к внедрению автоматических измерительных систем (АИС)?**

М.С.: Процесс глобализации в мире стремительно развивается, это приводит к тому, что многие предприятия заинтересованы в реализации своей продукции в других странах. Достаточно большое количество предприятий имеет лицензированные установки и, как следствие, обязаны выполнять требования, направленные на повышение качества и оптимизацию технологических процессов.

В таких условиях как первая, так и вторая группа предприятий вынуждены выполнять строго обозначенные международные требования и стандарты качества, достичь которых без использования непрерывного мониторинга технологических процессов при помощи автоматических измерительных систем практически невозможно.

❖ **Как раньше контролировались процессы производства продукции на предприятиях?**

М.С.: Прежде всего косвенными измерениями физических параметров технологических процессов и приведением данных процессов в ожидаемое состояние с помощью полученной информации.

Например, после измерения давления, температуры, расхода и ещё ряда параметров на определённом этапе технологического процесса технологи делали вывод о том, на какой фазе или в каком состоя-



нии сейчас находится продукт или технологический процесс в целом. Параллельно с этим проводились отборы проб для лабораторного анализа в центральной заводской лаборатории. На основании анализа всех собранных данных производились необходимые регулировки технологического процесса.



Фото: DDATEST - Herrmann Költgen GmbH, ddatest.com

❖ **А какие недостатки есть у такого отработанного десятилетиями подхода к контролю и регулированию технологических процессов?**

М.С.: Прежде всего огромная инертность обратной связи при регулировании технологических процессов при корреляции с его параметрами и косвенными признаками, что приводит к непредсказуемым результатам в отношении качества продукции и существенному перерасходу ресурсов. Это вызвано использованием косвенных данных и применением лабораторного анализа в роли основного, который может выполняться в течение суток. Соответственно, в течение этого периода времени нет полного понимания, насколько продукт соответствует или не соответствует необходимым требованиям. Например, нередки случаи отправки на повторную переработку достаточно большого количества готовой продукции ненадлежащего качества. Не говоря уже о нерациональном использовании энергоресурсов и сырья при производстве.



❖ Михаил Сулима, глава Ассоциации производителей автоматических измерительных систем

❖ **Что представляют собой автоматические измерительные системы, и каким образом они помогают решить проблемы, о которых мы говорим?**

М.С.: Автоматическая измерительная система — это программно-аппаратный комплекс, состоящий из датчиков, анализаторов, систем отбора проб, центрального вычислителя и программного обеспечения. Такие системы, как правило, имеют трёхуровневую структуру, где на первом уровне расположены датчики, измерители, сенсоры, анализаторы; на втором — оборудование сбора данных от устройств первого уровня, интерфейсы передачи управляющих команд; третий уровень — это центральный вычислитель со специализированным программным обеспечением для обработки данных и управления всей автоматической системой.

Ранее такие системы состояли из разрозненных частей, напрямую связанных с заводской АСУ ТП, частью которой являлись. Сегодня, с развитием программного обеспечения и промышленных компьютеров, протоколов передачи данных, — это независимые комплексы, которые обмениваются с данными с заводскими АСУ ТП, не потребляя их вычислительные мощности. Такой подход уменьшает инертность обратной связи при управлении технологическими процессами в режиме реального времени, облегчает обслуживание и модернизацию автоматических измерительных систем.

Автоматические измерительные системы непрерывно, круглосуточно измеряют необходимые параметры технологических процессов и передают измеренные данные в АСУ ТП, которая, в свою очередь, получает возможность мгновенно анализировать и эффективно управ-



лять технологическими процессом с исключительной скоростью и точностью. Как следствие, мы получаем существенную оптимизацию затрат, ускорение производства при сохранении заданного качества, высокую экологическую эффективность производства.

❖ **Какие трудности внедрения автоматических измерительных систем существуют сегодня в нашей стране?**

М.С.: На сегодняшний день я не вижу технических сложностей внедрения автоматических измерительных систем. Сегодня в России есть более 20 компаний-интеграторов, которые достаточно успешно решают подобные задачи, постоянно развивая свои навыки и уровень компетенции в проектировании и создании автоматических измерительных систем.

Огромной проблемой остаётся полное отсутствие культуры дальнейшей эксплуатации таких систем на предприятиях. Как мы говорили ранее, автоматические измерительные системы — это единые программно-аппаратные комплексы, требующие соответствующего уровня технического обслуживания и квалифицированной эксплуатации. Такие требования невозможно выполнить без специально выделенных и подготовленных специалистов, глубоко понимающих принципы построения и работы автоматических измерительных систем.

❖ **Какой вклад в процесс популяризации автоматических измерительных систем вносит ваша Ассоциация?**

М.С.: Прежде всего, мы видим свою первоочередную роль в создании культуры

проектирования, производства и эксплуатации автоматических измерительных систем. Для этих целей мы объединили большинство производителей автоматических систем в единое сообщество для открытого совместного диалога, постоянно проводим работу с предприятиями для разъяснения экономической целесообразности и перспектив, открывающихся при внедрении автоматических измерительных систем.

Кроме того, мы ведём специализированное обучение и сертификацию специалистов предприятий и производителей систем в области автоматических измерений на собственном лабораторно-испытательном комплексе, оснащённом программно-аппаратным стендом для отработки широкого спектра задач автоматических измерений. ●

Полипропиленовые трубы на российском рынке. Опрос специалистов

Предлагаем вниманию читателей опрос экспертов, в котором они делятся своими наблюдениями и анализируют ситуацию на отечественном рынке полипропиленовых (PP-R) труб.

Материал подготовил Александр ГУДКО, главный редактор журнала СОК.

Рынок полипропиленовых труб живёт и развивается. Вместе с тем он, как и другие сегменты рынка инженерного обустройства зданий и сооружений, испытывает трудности и трансформируется. Мы обратились к представителям компаний-игроков рынка с тем, чтобы узнать их мнение о текущей ситуации.

Вопросы, заданные экспертам:

1. Какие разновидности полипропиленовых труб, на ваш взгляд, будут особенно востребованы в ближайшее время? Изменится ли структура спроса в нынешних — кризисных — условиях?
2. Об эконом-сегменте полипропиленовых труб и фитингов. Уже длительное время видно, как некоторые производители «оптимизируют» свои изделия. Закладные становятся всё легче, пластика в деталях становится меньше. При этом доля данного сегмента явно будет увеличиваться. Как, по вашему мнению, эта ситуация отразится на качестве инженерной составляющей объектов?
3. Есть ли производители, которые в нынешних непростых условиях могут получить преимущества, и если да, то чем они обусловлены?
4. Как будут выходить из положения компании, которые были ориентированы исключительно на китайскую продукцию?
5. О дорогом сегменте полипропиленовых трубопроводов европейского производства. Сохранится ли неизменной его доля на российском рынке?
6. Будут ли увеличиваться в России объёмы использования полипропилена нового поколения — PP-RCT? Стоит ли ожидать начала массового производства таких труб в России?
7. Обязательная сертификация неминуема? Как изменится ситуация на рынке, когда это произойдёт? Можем ли мы провести параллели с недавней обязательной сертификацией радиаторов в России?

Полипропиленовые трубы обладают высокой химической и коррозионной стойкостью к водопроводной воде и имеют продолжительный срок службы (до 50 лет). Кроме того, PP-R-трубы можно легко соединить металлическими трубопроводами и запорной арматурой с помощью переходов на резьбовое или фланцевое соединение

О полипропиленовых трубах*

Полипропиленовые (PP-R) трубы — это пластиковые водопроводные трубы, пришедшие на замену стальным трубам в системах водоснабжения и отопления. PP-R-трубы легче и дешевле стальных, монтируются гораздо быстрее и проще, есть возможность производить скрытую прокладку, придают помещению более эстетичный вид. Полипропиленовые трубы обладают высокой химической и коррозионной стойкостью к транспортируемой в них жидкости — водопроводной воде.

В полипропиленовых системах водоснабжения используются неразъёмные соединения, трубопроводы монтируются с помощью специального паяльника и после сборки превращаются в неразборную монолитную конструкцию. Полипропиленовые трубы можно легко соединить металлическими трубопроводами и запорной арматурой с помощью переходов на резьбовое или фланцевое соединение. Трубопроводы из полипропилена имеют продолжительный срок службы (20–50 лет) — это преимущество позволяет использовать их для открытой прокладки, прокладки по стене, скрытой прокладки без дополнительной защиты от коррозии.

Для систем горячего водоснабжения и отопления используется теплостойкая разновидность полипропилена: «рандом сополимер» (маркируется как «ПП тип 3» или PP Type 3). Трубопроводы из этого материала рассчитаны на продолжительный срок службы (25–50 лет) под воздействием температуры жидкости до 95 °С, при этом аварийные температуры порядка 100 °С, возникающие вследствие кратковременных неисправностей, не уменьшают срок службы.

Все трубопроводы и фитинги, изготавливаемые из PP-R и находящиеся в контакте с питьевой водой, соответствуют действующим стандартам России, Бельгии, Германии, Великобритании, Италии, Испании, США и других стран.

* Использована информация из открытых источников.





Алексей Бажуков, эксперт по внутренним инженерным системам компании PipeLife

Ближайшие изменения на рынке PP-R

Полипропиленовые трубы уверенно занимают место основного игрока в нижнем ценовом сегменте. Данный рынок формировался на протяжении многих лет, и очередной кризис вряд ли серьёзно изменит его структуру. Мы не ожидаем в ближайшее время ощутимых изменений — ни в привычках потребителей, ни в запрашиваемой продуктовой матрице.

Последствия «оптимизации» в эконом-сегменте

К сожалению, некоторые производители идут по пути «оптимизации» изделий в расчёте на краткосрочную выгоду.

При этом, очевидно, их не заботит, что в долгосрочной перспективе их репутация, бренд, а также сами клиенты могут пострадать. Такие производители существовали во все времена. В ближайшем будущем нас ждёт увеличение количества аварий и рекламаций на полипропиленовые трубы.

Поэтому очень важно регулировать технические требования к данной продукции и контроль за их соблюдением на государственном уровне.

Кто умрёт, кто воспрянет?

Каждый производитель сейчас, в кризисный период, вносит корректировки в свою стратегию развития, можно даже сказать — внедряет стратегию выживания. И здесь начинает работать совокупность множества факторов, начиная от гибко-

сти производства, логистики, финансовых инструментов и заканчивая эффективностью команды и скоростью принятия решений.

В таких условиях малые компании более приспособлены для работы в кризис, чего не скажешь о гигантах. Поэтому, вполне возможно, нас ждёт падение нескольких колоссов.

Смотреть ли в сторону Китая?

Доля рынка российских производителей неуклонно росла в последнее десятилетие, и данный процесс будет продолжаться. Доля китайской продукции будет снижаться. Поэтому компании неминуемо будут смещать акцент в своей продуктовой линейке в сторону отечественных производителей.



Что будет с дорогим сегментом?

Данный продукт неизменно находит своих потребителей на нашем рынке. Спрос на него невелик, но стабилен, а потому вряд ли изменится в ближайшее время даже в условиях кризиса. Это связано с тем, что клиентов, у которых он востребован, интересуют в первую очередь качество и узнаваемость бренда.

О перспективах PP-RCT в России

Безусловно, PP-RCT будет увеличивать своё присутствие на российском рынке, поскольку имеет ряд преимуществ перед PP-R. Массовость его производства будет расти, а себестоимость снижаться. Недалёк тот день, когда начнётся его массовое производство в России.

Необходима ли обязательная сертификация?

На рынке PP-R сегодня присутствует немало игроков, которые в погоне за лёгкой наживой не гнушаются продавать откровенно низкокачественный товар. Поэтому обязательная сертификация — это жизненная необходимость, которая должна защитить как порядочных производителей, так и потребителей. ●



Михаил Муканов, продукт-менеджер компании «Эго Инжиниринг»

Изменения в сегменте PP-R

В последние годы мы наблюдаем устойчивую тенденцию снижения доли труб, армированных алюминием, и рост доли труб, армированных стекловолокном. Связано это и с трудоёмким процессом монтажа армированных алюминием труб, и с тем, что многие закрывают глаза на существенные плюсы PP-R-труб, армированных алюминием, выбирая трубы, армированные стекловолокном, благодаря их более низкой цене.

В кризисных условиях, тем более в условиях «коронакризиса», в рамках одного бренда пропорции существенно меняться, скорее всего, не будут, но наиболее вероятно перемещение потребителей из премиальных брендов в средний сегмент, а из среднего сегмента — в эконом.

В целом доля полипропиленовых труб на общем рынке полимерных трубопроводов будет расти, так как полипропилен — наиболее экономичный материал для монтажа внутренних инженерных сетей. Особенно ярко это будет ощущаться в регионах, где экономическая составляющая в строительстве выходит на первый план.

Как отразится «эконом-оптимизация» на качестве?

К сожалению, стремление производителей эконом-сегмента «оптимизировать» изделия отразится на качестве инженерной составляющей объектов и скажется весьма отрицательно, только многие за-



метят это не сразу. На некоторое время эйфория от более низкой цены продукции затмит существенные потери в качестве и надёжности. Меньший вес закладных означает меньшую длину и толщину резьбовой части и более простую конструкцию внутренней части закладной, которая играет важную роль в сцеплении с пластиковым корпусом изделия. Данные изменения в конструкции приводят к более быстрому разрушению комбинированного фитинга от усталостных нагрузок или от перепадов температур.

Но, чтобы это разрушение произошло, изделие должно проработать какое-то время. Через час произойдёт разрушение или через год — это будет зависеть от типа объекта и условий эксплуатации конкретного изделия. Но, тем не менее, нет сомнений, что оно произойдёт, и случится это гораздо быстрее, чем с аналогичным изделием, но без ложной «оптимизации» конструкции.

То же самое и с материалом самой трубы — применение вторичного сырья или марок полипропилена, не предназначенных для работы под давлением, сказывается в первую очередь на долговременных прочностных характеристиках трубы.

К сожалению, система из более качественных и, как следствие, более дорогостоящих полипропиленовых труб и фитингов внешне ничем не отличается от системы из дешёвых аналогов — ни во время принятия решения о покупке, ни во время приёмочных гидравлических испытаний на объекте. Это создаёт у всех участников рынка — потребителей, монтажников, продавцов и даже у самих производителей — опасную и порочную иллюзию «если не видно разницы, зачем платить больше?» Но у труб, изготовленных из неподобающего сырья, и у фитингов облегчённой, «оптимизированной» конструкции нет достаточной долговременной прочности, поэтому системы, смонтированные из таких материалов, неминуемо начнут аварийно разрушаться в период от года до пяти лет.

К сожалению, широкая практика применения дешёвых труб и фитингов закладывает «мину замедленного действия», которая через несколько лет приведёт к массовому выходу из строя монтируемых сейчас сетей и к падению доверия потребителя к полипропилену в целом.

Непростые условия: кто будет в выигрыше?

Условия у нас всегда непростые. Поэтому надеяться на то, что «вот-вот станет легче», не стоит. Сомнительные преимущества всегда были у производителей с более низкой ценой, но опасность работы с подобной продукцией очевидна.

Настоящее преимущество имеют только те производители, которые дорожат своей репутацией, используя в производстве исключительно качественное сырьё, у которых сбалансированы все





ший вес — они легче на 20–30%. Экономия в толщине стенки за счёт применения более прочного материала не оправдывается из-за существенно более высокой стоимости этого материала.

Ситуация может глобально измениться при появлении отечественных производителей сырья PP-RCT, но на данный момент ни один российский производитель сырья не анонсировал производство данного класса полипропилена в ближайшее время.

Про обязательную сертификацию

Обязательная сертификация, по большому счёту, будет в интересах рынка. Да, она повлечёт разовые дополнительные расхо-

технологические процессы, которые привлекают квалифицированных сотрудников с достойной оплатой труда и осуществляют постоянный контроль качества своей продукции, которые всегда готовы на прямое и честное общение с потребителем в случае возникновения проблемных ситуаций с продукцией, будь то вина производителя или наличие ошибки монтажа.

И я уверен — всё больше потребителей это понимают, повышая уровень доверия именно к таким производителям.

Судьба «китай-ориентированных» компаний

Мне трудно судить о том, как будут выходить из положения компании, которые были ориентированы исключительно на китайскую продукцию. Дело в том, что я представляю компанию-производителя, которая с 2005 года выпускает полипропиленовые трубы и фитинги для систем водоснабжения, отопления и канализации. Но, тем не менее, давайте попробуем смоделировать.

Компании, импортирующие китайский PP-R, относятся к разным ценовым сегментам, и стратегии у них будут разные. Одни компании изначально играют в среднем ценовом сегменте. Им будет проще — они частично могут пожертвовать прибылью, частично поднять цены. В среднем сегменте потребители спокойнее относятся к таким шагам, обычно там в основе именно потребительские ценности: надёжность, репутация, ассортимент, гарантии.

Другие компании, которые работали с китайской эконом-трубой, скорее всего, будут вынуждены искать ещё более дешёвое решение на китайском или отечественном рынке. Здесь борьба идёт только ценой, и борьба эта не на жизнь, а на смерть. Поэтому выживут не все.



Сохранится ли неизменной доля европейского полипропилена?

Доля европейского PP-R на российском рынке сегодня и так весьма незначительна — порядка 5–7%, при этом европейских поставщиков можно разделить на два сегмента. Основная их часть — восточноевропейские производители, поставляющие трубы в верхне-среднем ценовом сегменте. Здесь, скорее всего, продолжится импортозамещение, но существенного падения не будет, потому что и так падать некуда.

Второй небольшой сегмент — премиальные трубы западноевропейского производства. В этом сегменте потребители явно выбирают трубу без особой оглядки на цену, поэтому доля этих производителей также останется прежней.

Прогноз по развитию сегмента PP-RCT

В ближайшее время массового производства полипропилена нового поколения ожидать не стоит. Стоимость PP-RCT-сырья в среднем в полтора раза выше PP-R, при этом трубы PP-RCT, рассчитанные на то же давление, что и PP-R, имеют мень-

ше для всех производителей, но в целом более серьёзный контроль со стороны сертификационных центров уменьшит долю контрафакта на рынке и значительно снизит долю «местечковых» производителей низкокачественной продукции. Если оглянуться на опыт сертификации АПРО, то хотелось бы более продуманной и проработанной процедуры, при внедрении которой необходим достаточно длительный переходный период, позволяющий производителям пройти все обязательные тесты и испытания.

Хотя в целом ситуация не совсем аналогична недавнему внедрению обязательной сертификации для радиаторов: их производители были вынуждены изменять конструкцию изделий, чтобы соответствовать нормативам, но после переоснащения испытания проходили достаточно быстро. Что касается полипропиленовых труб, то значительная часть производителей в России уже производит трубы в полном соответствии с ГОСТ, однако, чтобы это подтвердить, понадобятся длительные испытания, которые могут занять до года для каждой системы. ●



Виктор Полянцев, бренд-менеджер компании «Ламмин»

Востребованность, структура спроса и перспективы

По нашей оценке, наиболее востребованными на текущий момент являются полипропиленовые трубы SDR 6, универсальные для систем горячего и холодного водоснабжения, а также армированные стекловолокном для системы отопления. Чуть уступают им трубы, армированные алюминием. Предполагаем, что структура спроса в условиях кризиса изменится в сторону роста интереса к отечественной продукции — экономическая ситуация в мире будет этому способствовать. Что касается изменений спроса в зависимости от типа труб, то здесь, скорее всего, сильных изменений не будет, так как каждый тип имеет свою специфику применения.

Последствия «оптимизации» в эконом-сегменте

На текущий момент доля продукции сегмента «эконом» на отечественном рынке составляет порядка 30%. Кризис в краткосрочной перспективе эту долю может увеличить, а вот в долгосрочной — средний ценовой сегмент будет преобладающим, в частности, благодаря действиям Ассоциации производителей трубопроводных систем (АПТС).

Хочется отметить, что к «оптимизации» за счёт снижения качества изделий прибегают только недобросовестные производители. Например, наша продукция, как сторонников производства продукции по отработанным рецептурам и ГОСТам, соответствует высоким требованиям качества. Оптимизация в нашей

компании направлена на сами производственные процессы: эффективное расходование ресурсов, модернизация оборудования и прочее.

Удешевление продукции за счёт её качества — это прежде всего удар по жилищно-коммунальной сфере всей страны: трещины в трубах и фитингах, разрушение закладных конструкций, деформация труб при высокой рабочей температуре и другие проблемы, которые приводят к постоянной замене и ремонту инженерных систем, а значит и к росту затрат на их содержание. Поэтому целью каждого производителя должно быть благополучие конечного потребителя, его комфорт.



Кто получит преимущество в кризис?

В условиях сложной экономической ситуации преимущества в спросе должны получить, прежде всего, предприятия с максимальной локализацией производства на территории России, так как они наименее подвержены воздействию колебаний курса валют, не нуждаются в поиске новых зарубежных поставщиков

и в выгодных условиях сотрудничества с ними. Всё это позволит сохранить им конкурентоспособную цену. Также преимущество будет за компаниями, производящими качественную продукцию, так как к чрезмерной экономии при организации инженерных систем прибегает всё меньше специалистов строительно-монтажной сферы и конечных потребителей.

От Китая придётся отвернуться

Компаниям, которые были ориентированы исключительно на китайскую продукцию, придётся переориентироваться на российские производственные площадки либо ещё больше снижать качество продукции в угоду цене. К тому же логистика будет негативно влиять на конкурентоспособность цены. В любом случае, положение у них крайне сложное. Сильные позиции у продукции китайского производства традиционно останутся только в дальневосточных регионах.

Что будет с дорогим «европейским» сегментом?

Доля европейской полипропиленовой продукции на российском рынке достаточно мала — она, как правило, имеет своего клиента и продаётся небольшими объёмами. В связи с этим мы предполагаем, что существенных изменений в этом сегменте ожидать не стоит.

О перспективах PP-RCT в России

Несомненно, объёмы использования полипропилена нового поколения (PP-RCT) будут увеличиваться, а вот к массовому производству Россия придёт лишь тогда, когда термостабилизированный полипропилен начнёт преобладать у производителей и поставщиков сырья и приблизится по цене к PP-R.

Про обязательную сертификацию

Обязательная сертификация — логичный шаг для развития сегмента полипропиленовой продукции в России. Сейчас, к сожалению, много недобросовестных и «серых» производителей, насыщающих российский рынок продукцией очень низкого качества и нарушающих законодательство. Соответственно, говорить о честной конкуренции и добросовестности по отношению к потребителю не приходится. Обязательная сертификация должна внести «прозрачность», необходимую всем сторонам рынка: государству, добросовестным производителям и покупателям. С радиаторами ситуация определённо схожая, она послужит положительным примером для производителей пластиковых труб и фитингов. ●

Михаил Бурков, исполнительный директор компании «Миано»

Ближайшие изменения в сегменте PP-R

В сегодняшних условиях все виды полипропиленовых труб будут довольно востребованным продуктом. Уже несколько лет видна стабильная миграция потребителей — строители, заказчики монтажа инженерных систем, сами монтажники и сантехнические магазины и базы, — в этот сегмент. Начало этого тренда задал сначала мировой кризис 2008 года, а теперь — нынешняя ситуация.

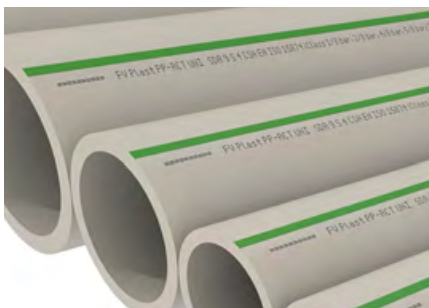
Полипропиленовые системы получили преимущество по сравнению с другими видами трубопроводов — это недорогая и надёжная продукция, для её монтажа не требуется дорогостоящее оборудование (для небольших диаметров достаточно ручного сварочного аппарата и ножниц для пластиковых труб, в то время как для некоторых трубопроводных систем оборудование может стоить и 200 тыс. рублей, и больше). Поэтому цена входа специалистов по монтажу на этот рынок довольно невысока, что привлекает многих.

Учитывая всё это, мы рассчитываем на плавный рост спроса на все виды полипропиленовых труб. И ожидаем увеличение спроса на полипропиленовые трубы нового поколения — PP-RCT. Особенно потому, что увеличенная пропускная способность PP-RCT позволяет сберегать до 20 % электроэнергии при эксплуатации оборудования системы отопления.

Нюансы эконом-сегмента

К сожалению, в эконом-сегменте не заинтересованы в длительных взаимоотношениях с клиентами. Здесь совсем другая модель отношений, нацеленная на получение прибыли здесь и сейчас любыми способами. Что будет с объектом, где установлена такая инженерная сантехника, через пять лет, производителей эконом-сегмента совершенно не интересует. Уже сейчас закладные недорогих торговых марок внушают серьёзные опасения, но их продолжают «оптимизировать», уменьшая вес, снижая себестоимость и надёжность. Безусловно, это ситуация не лучшим образом отразится на качестве проектов, владельцам придётся тратить больше средств на их обслуживание.

Компания «Миано» поставляет только европейскую инженерную сантехнику высокого класса, с большинством клиентов мы работаем много лет. К нам регулярно приходят потребители, которые столкнулись с проблемами некачественной продукции и осознали, что на инженерной составляющей не стоит экономить.



Многие ошибочно сравнивают затраты только на саму продукцию, в то время как нужно оценивать ещё и расходы на обслуживание, замену, прикидывать риски в случае аварий из-за некачественных комплектующих.

Кто получит преимущество, а кто...

Преимущество в кризисной ситуации получат российские производители (это эконом- и средний ценовой сегменты) и поставщики европейской продукции (средний и премиум-сегменты). В таких условиях выиграет тот, кто сможет обеспечить клиентам стабильность поставок. Компания «Миано» является официальным представителем европейского завода FV-Plast в России. По данным исследований, «Миано» на протяжении последних 11 лет является крупнейшим поставщиком полипропиленовых труб и фитингов из Европы в Россию. Завод в Чехии полноценно работает в течение всего периода эпидемии, разумеется, со всеми мерами предосторожности. Грузовые перевозки из Европы в Россию ни на день не прерывались. Мы ощущаем рост интереса к европейской инженерной сантехнике. При этом к нам поступают запросы от новых клиентов на те позиции, которые они не смогли приобрести у своих прежних поставщиков. И такие запросы участились в последние два месяца. Напро-



тив, в сложной ситуации оказались компании, которые делали ставку на работу исключительно с китайскими заводами.

Китай уйдёт?

Мы не работаем с китайской продукцией, можем только предположить, что такие компании будут замещать недостающий ассортимент аналогичной российской и турецкой продукцией.

Сохранится ли доля дорогого сегмента в России?

В целом доля дорогого сегмента в России сохранится. Кто-то пополнит ряды ценителей надёжной европейской продукции, кто-то их покинет. А некоторые направления в сегменте полипропиленовых труб, уверены, даже будут расти, потому что альтернативы европейской продукции нет. Так, получают большую популярность трубы PP-RCT, о которой речь далее.

О перспективах PP-RCT в России

Ведущие производители пластиковых систем уже переходят на выпуск продукции из PP-RCT. Продажи продукции завода FV-Plast из PP-RCT у «Миано» растут каждый месяц. Мы комплектуем российские объекты даже трубами PP-RCT диаметром 250 мм! Это очень перспективное направление, которое будет набирать обороты в России.

Главное отличие PP-RCT от PP-R — в структуре кристаллической решётки и свойствах материала. Кристаллическая решётка у PP-RCT более разветвлённая, чем у PP-R, разрушить её связи гораздо сложнее. В результате трубы из PP-RCT выдерживают более высокое давление при повышенной температуре.

Рано или поздно в России тоже будут массово выпускаться трубы этого поколения, но не в ближайшее время. Здесь, как и в любой новой технологии, российским производителям потребуется время для изучения, наладки производства. Кроме того, необходимо будет решить вопросы с поставкой сырья.

Неминуема ли обязательная сертификация?

Обязательная сертификация — это лишь вопрос времени. Что произойдёт с рынком полипропиленовых труб с её введением? Ровно то же, что и с рынком радиаторов отопления в России. Будет больше порядка, больше правдиво заявленных технических характеристик продукции, конечному клиенту будет проще ориентироваться. Разумеется, при этом зарубежные поставщики понесут дополнительные затраты. ●

Денис Зинченко, технический директор ООО «КАН-Р»

Влияние кризиса на сегмент PP-R

Кризис вряд ли окажет большое влияние на востребованность той или иной конструкции трубопроводов. Выбор основных видов трубопроводов базируется на особенностях инсталляции и предпочтениях специалистов.

«Оптимизация» продукции в эконом-сегменте и её последствия

Мы понимаем, что эконом-сегмент — самый большой сегмент рынка, и это вызывает беспокойство. Уже сегодня даже при самом аккуратном монтаже подобных систем происходит много аварий, а с учётом особенности нашей страны и работы систем отопления на высокотемпературных параметрах протечки могут носить массовый характер. Ухудшение качества закладных деталей также является крайне опасной тенденцией, так как именно комбинированные резьбовые фитинги, ввиду собственных конструктивных особенностей, расположения в системе и нагрузок при монтаже, являются одними из самых нагруженных и критических частей инсталляции. Изменение рецептуры и количества первичного сырья, использование отработанного материала и посторонних примесей неминуемо повлияет на долговечность систем и их механическую прочность. Погоня за самой низкой ценой на рынке может очень дорого стоить как потребителю, так и всем производителям, в том числе и производителям качественных полипропиленовых систем.

Кто получит преимущество в кризис?

Безусловно, преимущество в ситуации уменьшения подвижности бизнеса и всякого рода ограничений получают локализо-



ванные компании. С другой стороны, не стоит забывать, откуда они берут сырьё для производства продукции, а также что качество сырья в значительной степени оказывает влияние на качественные, стоимостные и оперативные параметры производства. Главный вопрос — качество произведённой продукции — при этом всё же будет оставаться. Не один раз мы видели погоню за километражем проданной трубы в ущерб качеству продукции, оказываемому сервису, а в итоге и потребителю. При этом всё это ни разу не носило долгосрочный характер.



Сохранится ли доля дорогого сегмента в России?

Доля трубопроводов европейского производства вряд ли значительно изменится. К сожалению, доля качественных полипропиленовых систем, ввиду общих кризисных процессов, не вырастет. Но и падать она не будет вследствие довольно чёткой структурированности рынка и небольшой общей доли дорогого сегмента.

О перспективах PP-RCT в России

Мы думаем, что рынок PP-RCT пока расти не будет. Принципиально область применения трубопроводов не меняется, а следовательно, при одинаковой конструкции применение PP-RCT, при прочих равных параметрах и соблюдении технологии, приведёт к увеличению стоимости, что в текущих условиях вряд ли будет воспринято рынком.

Неминуема ли обязательная сертификация?

Судя по тому, как обстоят дела сейчас, обязательная сертификация неминуема. При этом в долгосрочной перспективе это должно привести к более цивилизованному рынку, хотя сертификация, безусловно, не может решить всех проблем. Всегда при введении подобных мер становится тревожно, поскольку это невозможно без вмешательства бизнеса. Важно не только ввести сертификацию, но и подготовить единые прозрачные правила и регламенты, достаточную и не аффилированную исследовательскую базу на основе большого числа аккредитованных лабораторий, основной задачей которых будет не зарабатывание сверхприбылей, а недопущение на рынок некачественной продукции. Одним словом, нельзя допустить простоя рынка, двойных стандартов, лоббирования и ухудшения здоровой конкурентной среды даже в пользу локализованных компаний. На мой взгляд, подобной базы сегодня нет. Создание общей базы и правил займёт не менее двух-трёх лет, и до этого срока введение подобных процедур преждевременно. ●

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

ЭКВАТЭК 2020 ECWATECH



8—10 СЕНТЯБРЯ 2020


МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

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

WWW.ECWATECH.RU



ОРГАНИЗАТОР

 Reed Exhibitions®

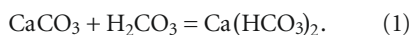


Универсальный индекс насыщения воды карбонатом кальция

В статье представлена методика расчёта значения pH воды, соответствующего состоянию насыщения воды по карбонату кальция. Методика основана на использовании значения произведения растворимости карбоната кальция и константы диссоциации угольной кислоты по второй ступени.

Диоксид углерода содержится в воде в следующих состояниях: адсорбированного диоксида углерода, угольной кислоты, бикарбоната и карбоната. Все формы диоксида углерода при неизменном состоянии окружающей среды находятся в так называемом «углекислотном равновесии». Изменение углекислотного равновесия воды приводит к тому, что вода становится склонной либо к выпадению карбонатов, либо к угольной коррозии.

Если деионизированную воду, содержащую твёрдый карбонат кальция, начать насыщать диоксидом углерода, то будет происходить химическая реакция:



То есть диоксид углерода сначала будет адсорбироваться водой. Затем диоксид углерода диссоциирует в воде с образованием катиона водорода и аниона бикарбоната. Вода приобретает кислую реакцию. В результате начинается растворение твёрдого карбоната кальция с образованием растворённого бикарбоната кальция. Если из воды начать отгон диоксида углерода, то ион водорода при бикарбонате свяжется в воду, и начнёт образовываться обратно твёрдый карбонат кальция. Если вода находится в состоя-

нии угольной кислоты, тогда говорят о том, что при определённой концентрации адсорбированного диоксида углерода в воде существует определённая концентрация бикарбоната кальция. При этом состоянии вода не склонна к выделению твёрдой фазы карбоната кальция, и все катионы водорода, образованные в результате диссоциации угольной кислоты, участвуют в уравнении реакции (1).

То есть, если возникают условия для протекания коррозии с водородным деполяризатором, это сразу приводит к нарушению угольной кислоты равновесия. В результате начинает выделяться твёрдая фаза карбоната кальция, что значительно ингибирует скорость протекания коррозии.

Все формы диоксида углерода при неизменном состоянии окружающей среды находятся в так называемом «углекислотном равновесии». Изменение углекислотного равновесия воды приводит к тому, что вода становится склонной либо к выпадению карбонатов, либо к угольной коррозии



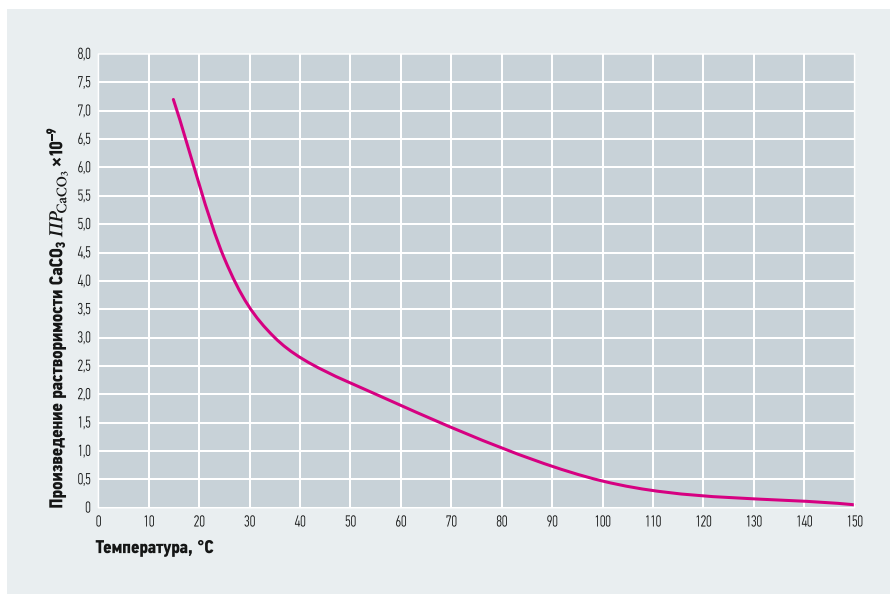


Рис. 1. Зависимость произведения растворимости карбоната кальция от температуры

Если уравнение реакции (1) протекает справа налево, то должен образовываться твёрдый карбонат кальция. Тем не менее, в воде наблюдаются довольно малые концентрации растворённого карбоната кальция. Концентрации кальция и карбоната в данном случае определяются при помощи произведения растворимости карбоната кальция PP_{CaCO_3} .

С учётом того, что образуется один катион кальция и один анион карбоната, можно записать:

$$PP_{CaCO_3} = C_{Ca} f_{Ca} C_{CO_3} f_{CO_3},$$

где C_{Ca} и C_{CO_3} — мольные концентрации кальция и карбоната, моль/л; f_{Ca} и f_{CO_3} — коэффициенты активности кальция и карбоната.

Так как кальций и карбонат — двухвалентные ионы, с определённым допущением можно записать, что $f_{Ca} = f_{CO_3}$.

Тогда:

$$PP_{CaCO_3} = C_{Ca} C_{CO_3} f_{CO_3}^2, \quad (2)$$

Значения произведения растворимости представлены в литературе для температур воды 25, 50, 100 и 150 °C.

На рис.1 представлена зависимость значения PP от температуры. Для температур 25, 50, 100 и 150 °C данные взяты из [1]. Остальные значения получены автором самостоятельно с использованием индекса Ланжелье.

Об этом будет сказано ниже.

Таким образом, для того, чтобы определить склонность воды к выделению осадка или к коррозии, достаточно знать значения концентраций кальция и карбоната. Но, так как определить карбонат-ион в воде при pH менее 8,37 невозможно, в соответствии с существующей методикой (ГОСТ 31957–2012. «Вода. Методы определения щёлочности и массовой

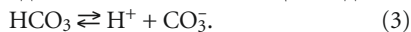
концентрации карбонатов и гидрокарбонатов») для определения склонности воды к отложению карбоната кальция используют индекс насыщения Ланжелье.

Индекс насыщения Ланжелье — это разность между текущим значением pH воды и значением pH_S , соответствующим состоянию насыщения этой воды по карбонату кальция (начало выделения твёрдой фазы карбоната кальция). В этом случае, определив по номограмме значение pH_S и измерив текущее значение pH воды, можно определить склонность воды к отложению карбоната кальция или к углекислотной коррозии.

Соответственно, возникает вопрос: «Как определить pH_S без использования эмпирического подхода?»

Для расчёта значения pH_S воды, соответствующего состоянию насыщения по карбонату кальция, рассмотрим процесс диссоциации уголекислоты в воде по второй стадии (диссоциации бикарбоната).

Уравнение диссоциации бикарбоната в воде можно записать в общем виде:



Для того, чтобы определить склонность воды к выделению осадка или к коррозии, достаточно знать значения концентраций кальция и карбоната. Но, так как определить карбонат-ион в воде при pH менее 8,37 невозможно, по существующей методике (ГОСТ 31957–2012) для определения склонности воды к отложению карбоната кальция используют индекс насыщения Ланжелье

Константу равновесия (диссоциации) данной химической реакции можно записать в виде:

$$K = \frac{[H^+][CO_3^-]}{[HCO_3]}.$$

Данное уравнение можно записать следующим образом, вынося ион водорода в левую часть:

$$\frac{1}{H^+} = \frac{1}{K} \frac{[CO_3^-]}{[HCO_3]}.$$

Затем записать в виде десятичного логарифма, взятого с обеих сторон:

$$\log \left[\frac{1}{H^+} \right] = \log \left[\frac{1}{K} \right] + \log \left(\frac{[CO_3^-]}{[HCO_3]} \right).$$

Очевидно, что

$$\log \left[\frac{1}{H^+} \right] = -\log [H^+] = pH.$$

При этом

$$\log \left[\frac{1}{K} \right] = -\log [K] = pK.$$

Константа диссоциации или константа равновесия реакции растворения уголекислоты в воде по второй стадии $K_2 = 4,69 \times 10^{-11}$. Соответственно:

$$pK_2 = \log \left(\frac{1}{4,69 \times 10^{-11}} \right) = -\log (4,69 \times 10^{-11}) = 10,328.$$

Тогда получаем

$$pH = 10,328 + \log \left(\frac{[CO_3^-]}{[HCO_3]} \right). \quad (4)$$

Уравнение (4) есть уравнение Хендерсона-Хассельбальха для диссоциации уголекислоты по второй стадии.

Более подробная информация о существовании и взаимодействии различных форм диоксида углерода в воде представлена в статье [2].

При помощи уравнения (4) можно рассчитать значение pH_S воды в состоянии насыщения по карбонату кальция. Для этого необходимо определить значение карбонат-иона (CO_3), при котором в воде достигается значение произведения растворимости карбоната кальция PP_{CaCO_3} с учётом существующего ионного состава воды.

Значение карбонат-иона можно определить исходя из произведения растворимости карбоната кальция. То есть мы определим концентрацию карбонат-иона, при котором вода данного химического состава находится в состоянии насыщения. Исходя из (2) получаем:

$$C_{CO_3} = \frac{PP_{CaCO_3}}{C_{Ca} f_{CO_3}^2}. \quad (5)$$

Таким образом, зная значения концентраций кальция и бикарбоната данной воды из химических анализов и рассчитав по (5) значение концентрации карбоната, мы можем определить при помощи (4) значение pH_S .

Для учёта влияния концентрации всех ионов, растворённых в воде, необходимо в уравнении (4) вместо концентраций использовать активности карбоната и бикарбоната. Таким образом, уравнение (4) запишется следующим образом:

$$pH_S = 10,238 + \log \left(\frac{[CO_3^{2-}]f_{CO_3}}{[HCO_3^-]f_{HCO_3}} \right). \quad (6)$$

Коэффициенты активности зависят от ионной силы раствора и определяются по уравнению:

$$-\log(f_i) = 0,5 z_i \frac{\sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}} - 0,2 I, \quad (7)$$

где f_i — коэффициент активности иона; z_i — заряд иона; I — ионная сила раствора, моль/л.

Ионная сила раствора учитывает влияние интенсивности электромагнитного поля, образованного ионами, на физико-химическое взаимодействие ионов, и равна полусумме значений произведения концентрации ионов на квадрат их зарядов:

$$I = 0,5 \sum (C_i z_i^2).$$

На рис. 2 представлен график зависимости коэффициента активности иона от ионной силы раствора, построенный с использованием уравнения (7).

Для примера рассчитаем pH_S с использованием PP_{CaCO_3} для водопроводной воды города Саратова для температуры 25 °С. Источником водоснабжения является подготовленная вода из реки Волга.

Состав воды представлен в табл.1. Ионная сила воды равна:

$$I = 0,5 \sum (Ca \cdot 2^2 + Mg \cdot 2^2 + Na \cdot 1 + Cl \cdot 1 + SO_4 \cdot 2^2) = 1 \times 4 + 0,6 \times 4 + 1,1 \times 1 + 0,7 \times 1 + 1,58 \times 4 = 0,00726 \text{ моль/л.}$$

В соответствии с рис. 2:

$$f_{Ca} = f_{CO_3} = 0,7; f_{HCO_3} = 0,915;$$

$$PP_{CaCO_3} = 4,4 \times 10^{-9} \text{ при } t = 25 \text{ °С. Тогда}$$

$$C_{CO_3} = \frac{PP_{CaCO_3}}{C_{Ca} f_{CO_3}^2} = \frac{4,4 \times 10^{-9}}{0,001 \times 0,7^2} = 0,00000898 \text{ ммоль/л}$$

или $CO_3 = 0,00898$ ммоль/л.

В соответствии с уравнением (6) получаем выражение:

$$pH_S = 10,238 + \log \left(\frac{0,00898 \times 0,7}{2,0 \times 0,915} \right) = 7,86.$$

Значение pH_S получилось на 0,76 больше, чем реально измеренный pH воды. Это значит, что вода склонна к протекающей коррозии с водородным деполяриза-

Ионная сила раствора учитывает влияние интенсивности электромагнитного поля, образованного ионами, на физико-химическое взаимодействие ионов

тором (углекислотная коррозия в данном случае). Что и постоянно наблюдается.

Значение pH_S , рассчитанное в процессе определения индекса Ланжелье по программе ROSA 9.0 для данных табл.1, равно 7,86, то есть полностью совпадает со значением pH_S , рассчитанным по предлагаемой методике.

Значение pH_S , рассчитанное по номограмме, представленной в [3], равно 7,8.

Можно сказать, что в данном случае значение pH_S , рассчитанное по предлагаемой методике, полностью соответствует значению pH_S , полученному в результате расчёта индекса Ланжелье.

Для проверки автором был произведён расчёт pH_S по данной методике и по расчёту индекса Ланжелье с использованием программы ROSA 9.0, а также с использованием номограммы, представленной в [3].

Результаты расчётов представлены в табл. 2, содержащей следующие данные.

В первой строке представлен расчёт значения pH_S по трём методикам для следующего состава воды: Ca — 1,25 ммоль/л; HCO_3^- — 2,5 ммоль/л. На основании этих значений рассчитаны солесодержание S и ионная сила I и определены коэффициенты активности для ионов по рис.1. В строке 2 в воду добавляется хлорид натрия ($NaCl$) — 10 ммоль/л. Соответственно, увеличиваются солесодержание, ионная сила и уменьшаются коэффициенты активности. В строке 3 в воду добавляют 500 ммоль/л ($NaCl$), и солесодержание воды становится 29,5 г/л. В этом случае значение pH_S , рассчитанное по индексу Ланжелье, даёт неверные значения, и ROSA предлагает использовать индекс Стиффа и Девиса. Значение pH_S , рассчитанное в соответствии с индексом Стиффа и Девиса, представлено в знаменателе в столбце ROSA 9.0, соответственно, в числителе того же столбца представлены значения pH_S , рассчитанные по индексу Ланжелье.

В строках 4, 5 и 6 рассчитывается индекс насыщения для Ca — 5 ммоль/л,

Химический состав воды

табл. 1

Параметр	Значение
Общая жёсткость, мг-экв/л (ммоль/л)	3,2 (1,6)
Кальций, мг-экв/л (ммоль/л)	2,0 (1,0)
Общая щёлочность, мг-экв/л (ммоль/л)	2,0 (2,0)
Хлориды, мг/л (ммоль/л)	25 (0,7)
Сульфаты, мг/л (ммоль/л)	76 (1,58)
Натрий, мг/л (ммоль/л)	25 (1,1)
pH	7,1
Солесодержание, мг/л	303

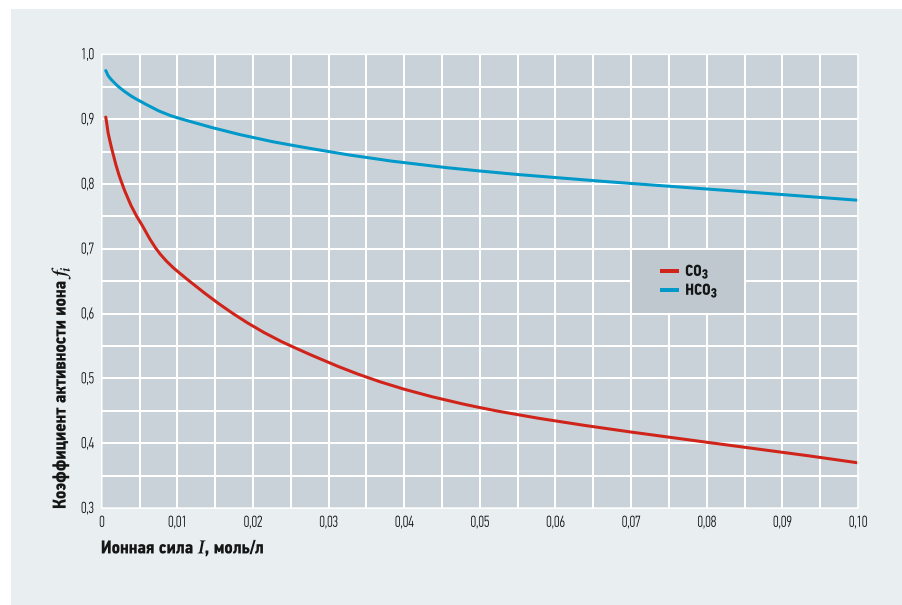


Рис. 2. Зависимость коэффициента активности иона от ионной силы

∴ Расчётные значения pH_S в зависимости от температуры и солесодержания по трём разным методикам

табл. 2

№	Состав воды и расчётные параметры	Предлагаемый (универсальный) способ			ROSA 9.0			Упрощённый способ (номограмма)		
		15 °С	25 °С	35 °С	15 °С	25 °С	35 °С	15 °С	25 °С	35 °С
1	Ca — 1,25 ммоль/л, HCO ₃ ⁻ — 2,5 ммоль/л, S — 203 мг/л, I = 0,00375 моль/л, f(HCO ₃) = 0,935, f(Ca) = f(CO ₃) = 0,77	7,83	7,62	7,45	7,87	7,64	7,44	7,71	7,58	7,45
2	Ca — 1,25 ммоль/л, HCO ₃ ⁻ — 2,5 ммоль/л, NaCl ⁻ — 10 ммоль/л, S — 788 мг/л, I = 0,01375 моль/л, f(HCO ₃) = 0,89, f(Ca) = f(CO ₃) = 0,63	7,94	7,73	7,56	7,94	7,74	7,5	7,86	7,73	7,6
3	Ca — 1,25 ммоль/л, HCO ₃ ⁻ — 2,5 ммоль/л, NaCl ⁻ — 500 ммоль/л, S — 29,5 г/л, I = 0,51 моль/л, f(HCO ₃) = 0,55, f(Ca) = f(CO ₃) = 0,12	8,87	8,66	8,49	8,03	7,81	7,6			
4	Ca — 5 ммоль/л, HCO ₃ ⁻ — 10 ммоль/л, S — 812 мг/л, I = 0,015 моль/л, f(HCO ₃) = 0,88, f(Ca) = f(CO ₃) = 0,63	6,74	6,53	6,35	6,73	6,52	6,3	6,68	6,52	6,4
5	Ca — 5 ммоль/л, HCO ₃ ⁻ — 10 ммоль/л, NaCl ⁻ — 10 ммоль/л, S — 1400 мг/л, I = 0,025 моль/л, f(HCO ₃) = 0,87, f(Ca) = f(CO ₃) = 0,56	6,79	6,58	6,41	6,76	6,53	6,33	6,73	6,6	6,46
6	Ca — 5 ммоль/л, HCO ₃ ⁻ — 10 ммоль/л, NaCl ⁻ — 500 ммоль/л, S — 30 г/л, I = 0,53 моль/л, f(HCO ₃) = 0,55, f(Ca) = f(CO ₃) = 0,12	7,66	7,45	7,29	6,84	6,6	6,4			
7	Ca — 10 ммоль/л, HCO ₃ ⁻ — 20 ммоль/л, S — 1620 мг/л, I = 0,03 моль/л, f(HCO ₃) = 0,85, f(Ca) = f(CO ₃) = 0,55	6,21	6,00	5,83	6,16	5,94	5,74			
8	Ca — 10 ммоль/л, HCO ₃ ⁻ — 20 ммоль/л, NaCl ⁻ — 10 ммоль/л, S — 2,2 г/л, I = 0,04 моль/л, f(HCO ₃) = 0,83, f(Ca) = f(CO ₃) = 0,5	6,26	6,05	5,89	6,18	5,95	5,74			
9	Ca — 10 ммоль/л, HCO ₃ ⁻ — 20 ммоль/л, NaCl ⁻ — 100 ммоль/л, S — 7,5 г/л, I = 0,131 моль/л, f(HCO ₃) = 0,73, f(Ca) = f(CO ₃) = 0,33	6,5	6,29	6,12	6,21	5,98	5,77			
10	Ca — 10 ммоль/л, HCO ₃ ⁻ — 20 ммоль/л, NaCl ⁻ — 500 ммоль/л, S — 30,8 г/л, I = 0,54 моль/л, f(HCO ₃) = 0,55, f(Ca) = f(CO ₃) = 0,12	7,06	6,85	6,68	6,23	6,01	5,8			

HCO₃⁻ — 10 ммоль/л, с добавлением хлорида натрия в тех же количествах, как в строках 2 и 3.

В строках 7, 8, 9 и 10 рассчитывается индекс насыщения для Ca — 10 ммоль/л, HCO₃⁻ — 20 ммоль/л с добавлением хлорида натрия. Только в строке 9 производится расчёт с добавлением 100 ммоль/л NaCl.

Для каждой методики произведён расчёт значения pH_S для трёх температур воды: 15, 25 и 35 °С.

Результаты расчёта, представленные в табл. 1, охватывают довольно большой диапазон концентраций бикарбоната кальция и общего солесодержания.

В расчёте значения pH_S по уравнению (6) использовались допущения:

1. Коэффициенты активности для кальция и карбоната принимаются одинаковыми. Также не учитывается влияние температуры на коэффициент активности ионов в связи с её незначительным влиянием.

2. Данные для PP_{CaCO_3} взяты из [1] для температур 25, 50, 150 и 200 °С. Значения PP для 15 °С и 35 °С получены автором из расчёта того, что для широкого диапазона температур значения pH_S , рассчитанные по предлагаемой методике и по ROSA 9.0, имели хорошую сходимость. В этом случае были определены следующие значения:

$$PP_{CaCO_3} = 7,2 \times 10^{-9} \text{ при } t = 15 \text{ °С;}$$

$$PP_{CaCO_3} = 4,4 \times 10^{-9} \text{ при } t = 25 \text{ °С;}$$

$$PP_{CaCO_3} = 3,0 \times 10^{-9} \text{ при } t = 35 \text{ °С.}$$

3. Расчёт значения pH_S при использовании номограммы [3] (третий столбец) ограничен солесодержанием воды в 15 г/л и HCO₃⁻ не более 10 ммоль/л.

При использовании значений произведений растворимости по рис. 1 значения pH_S практически совпадают для всех трёх рассматриваемых методик во всём рассматриваемом диапазоне температур и солесодержания. Расхождение составляет менее 0,1 ед. pH .

Также необходимо отметить, что при ионной силе $I > 0,04$ (солесодержание около 2,2 г/л) значения pH_S , посчитанные по предлагаемой методике и в ROSA для индекса Ланжелье и индекса Стиффа и Девиса, имеют небольшое различие (строка 8).

При ионной силе более 0,1 (солесодержание около 7 г/л) значения pH_S по индексу Ланжелье, посчитанные в ROSA, начинают давать очевидно неверные значения, но при этом значения pH_S по индексу Стиффа и Девиса, посчитанные также в ROSA, практически полностью соответствуют значениям pH_S , посчитанным по предлагаемой методике (строка 9).

Можно сказать, что индекс Ланжелье можно использовать в расчётах при солесодержании воды до 4,0–5,0 г/л. Данное значение солесодержания — это своего рода граница перехода от индекса Ланжелье к индексу Стиффа и Девиса.

Для воды с солесодержанием около 30 г/л ($I > 0,5$) (строки 3, 6 и 10) значе-

ния pH_S по предлагаемой методике соотносятся со значением pH_S для индекса Стиффа и Девиса с расхождением менее 0,04 ед. pH . Так же, как с индексом Ланжелье при малом солесодержании.

Подводя итог, следует отметить, что использование предлагаемой методики для расчёта значения pH_S , которое соответствует состоянию насыщения воды по карбонату кальция, имеет относительно простой и понятный смысл. Расчёт довольно прост и понятен. Для расчёта только необходимо определить значение PP_{CaCO_3} в зависимости от температуры воды по рис. 1, а также значения коэффициентов активности ионов кальция, карбоната и бикарбоната в зависимости от ионной силы раствора по рис. 1.

Данную методику расчёта значения pH воды, насыщенной по карбонату кальция, можно назвать универсальной, так как полученные результаты представляются достаточно достоверными во всём диапазоне солесодержания (пресных, солоноватых и солёных вод). При этом другие индексы работают только в определённом диапазоне солесодержания воды. ●

1. Наумов Г.Б., Рыженко Б.Н., Ходаковский И.Л. Справочник термодинамических величин. — М.: Атомиздат, 1971. 240 с.
2. Тихонов И.А. Влияние различных форм углекислоты в воде на её значение pH. tiwater.info. Режим доступа: tiwater.info. Дата обрац.: 11.03.2020.
3. СНиП 2.04.02–84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения (с Изм. №1, с Поправ.). — М.: ФГУП ЦПП, 2004.



На правах рекламы.

Трубопроводные 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.

Автор: Андрей МИХАЙЛЕНКО, генеральный директор ООО «Джакомини Рус»

Чтобы не быть голословными, перечислим типы трубопроводов и соединительных элементов, производимых компанией Giacomini. Итак, трубы:

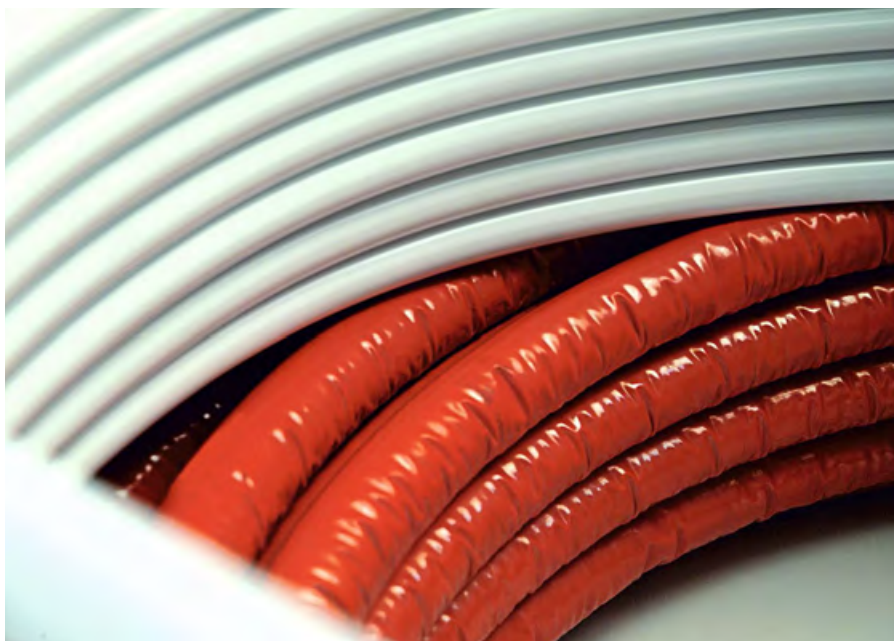
- из сшитого полиэтилена PE-X;
 - из полиэтилена повышенной термостойкости PE-RT;
 - полибутиленовые PB;
 - полипропиленовые PP-R;
 - металлопластиковые PE-X/Al/PE-X.
- И фитинги:
- компрессионные (резьбовые) для полимерных и металлополимерных труб;
 - компрессионные для медных труб;
 - пресс-фитинги;
 - быстрого монтажа, так называемые «пуш-фитинги»;
 - резьбовые фитинги для металлических труб;
 - полипропиленовые PP-R;
 - переходники и адаптеры для подсоединения труб к запорной, регулирующей арматуре и коллекторам.

Компания Giacomini исходит из принципа универсальности и совместимости, который отличает многие продукты компании и при производстве трубопроводных систем.

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 металлопластиковые можно смонтировать при помощи универсального пресс-фитинга Giacomini стандартным обжимным инструментом; в одной системе отопления можно применить трубы PE-X и PE-RT, не меняя

Giacomini исходит из принципа универсальности и совместимости, который отличает многие продукты компании и при производстве трубопроводных систем. Трубы типов PE-X, PE-RT, PB, PE-X/Al/PE-X могут использоваться с любыми резьбовыми, пресс- и пуш-фитингами соответствующего размера





Система GX

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 ней полимерным кольцом, которое после установки фитинга сжимается за счёт эффекта «памяти формы» и в течение одной минуты обеспечивает надёжное неразъёмное соединение. Система GX пригодна для питьевой воды, имеет рабочее давление до 10 бар для всех классов эксплуатации, включая пятый (рабочая температура до 90 °C), и 50-летний расчётный срок эксплуатации. 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.

Трубы Giacomini используются как в системах отопления, так и в системах водоснабжения многоэтажных зданий и широко применяются в индивидуальном строительстве

системы соединения, а в местах, где затруднено использование монтажного инструмента, возможно установить push-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, «совпадут» 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, используются в системах снеготаяния и подогрева грунта.



Пресс-фитинги Multipress («Мультипресс»)

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



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**

О целесообразности индивидуального учёта тепла в МКД

В журнале СОК вышла статья профессора Б. А. Крупнова [1], в которой была рассмотрена целесообразность систем отопления с поквартирным учётом тепловой энергии в многоэтажных жилых домах, расположенных в южных районах, и необходимость её подтверждения технико-экономическими расчётами. Авторы предлагаемого материала в порядке полемики со специалистом комментируют его подход к задаче индивидуального учёта тепловой энергии.

Авторы: В.Л. ГРАНОВСКИЙ, к.т.н., технический директор ООО «Данфосс»; С.В. НИКИТИНА, ведущий специалист по индивидуальному учёту ООО «Данфосс»



Тема индивидуального учёта продолжает вызывать множество дискуссий. Исторически сложившаяся и удобная многим система «уравниловки» жильцов через распределение платежей по квадратным метрам и относительно недорогая пока ещё стоимость энергоресурсов во многом сводят на нет попытку донести главное преимущество индивидуального учёта, а именно мотивацию граждан к экономному образу потребления (как это работает с электричеством и водой).

В порядке полемики с уважаемым автором работы [1] мы хотели бы прокомментировать его подход к задаче индивидуального учёта тепловой энергии и отреагировать на несколько основных тезисов его статьи, которые приводят к не совсем правильным выводам.

В первую очередь остановимся на наиболее важных моментах трактовки автором задач и целей индивидуального учёта.

Автор рассматривает особенности распределения тепла в различных помещениях многоквартирного дома в его проектом состоянии при расчётных условиях. Приведённые расчёты подтверждают неравномерность нерегулируемого теплопотребления в зависимости от расположения помещений в здании, свойств

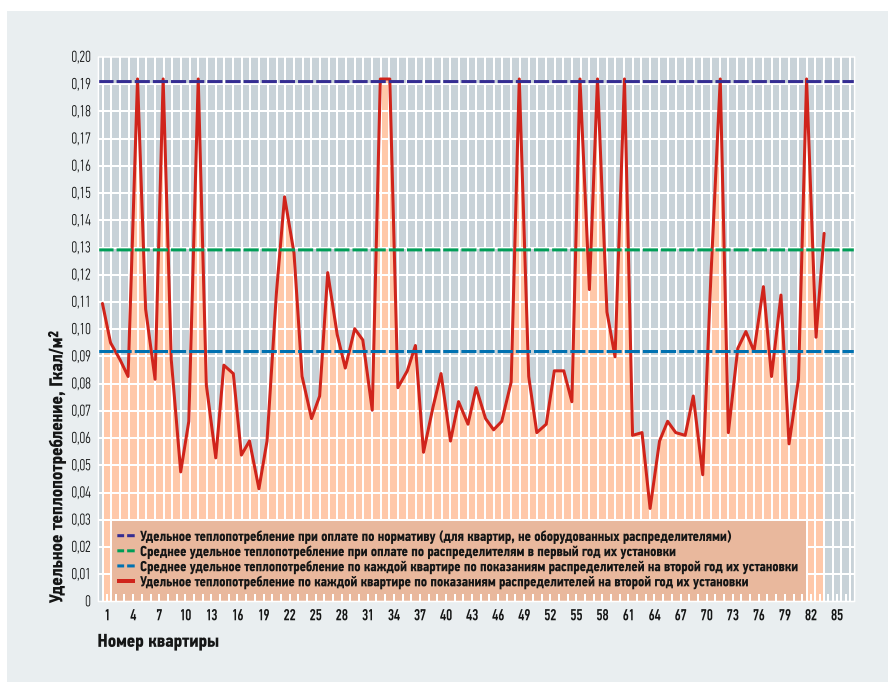
ограждающих конструкций и других подобных факторов. В такой постановке целесообразность применения индивидуального учёта как в южных, так и в любых других районах страны действительно весьма проблематична.

Однако главным и фундаментальным условием применения индивидуального учёта является наличие индивидуального регулирования теплоотдачи отопительных приборов термостатическими клапанами.

Эффект от индивидуального учёта достигается именно вследствие индивидуальных особенностей и режима теплопотребления каждого жителя, обусловленных его личными предпочтениями по температуре воздуха в каждом из помещений квартиры и его желанием оптимизировать (снизить) уровень коммунальных платежей за тепло на отопление.

Главным и фундаментальным условием применения индивидуального учёта является наличие индивидуального регулирования теплоотдачи отопительных приборов термостатическими клапанами





❖ **Рис. 1.** Удельное теплотребление здания и каждой квартиры за 2010 год (на объекте: г. Москва, ул. Обручева, д. 59) по сравнению с нормативом и со средним потреблением за 2009 год

Более чем 40-летняя мировая и российская практика применения индивидуального регулирования и учёта показывает, что в каждом многоквартирном доме определённой части потребителей не требуется непрерывное круглосуточное и ежедневное поддержание даже нормативной температуры воздуха в своих помещениях. Существует много возможностей для её снижения, например, при отсутствии жителей в квартире, в ночное время и т.д. При наличии автоматических терморегуляторов бытовые теплопоступления также значительно снижают теплоотдачу приборов отопления. Все эти факторы приводят к существенной экономии тепловой энергии, как в части помещений МКД, так и во всём здании в целом. При этом экономные жители справедливо не хотят оплачивать избыточный расход тепла в квартирах соседей, предпочитающих повышенные температуры воздуха, в том числе при активном сверхнормативном проветривании. Именно справедливая плата за отопление и мотивация к экономии тепла для каждого индивидуального потребителя при использовании индивидуальных терморегуляторов является смыслом и целью индивидуального учёта.

Поэтому индивидуальный учёт целесообразен и эффективен в любых типах зданий, любого времени постройки — но только при наличии индивидуального регулирования.

Рассмотрим более детально несколько основных тезисов статьи [1].

1. Первый тезис: чем больше теплозащита здания, тем меньше тепла теряется. Вроде бы очевидно. Однако очевидное — не всегда правильное. Поясним.

1.1. Индивидуальный учёт актуален для зданий любого уровня теплозащиты, поскольку его роль заключается прежде всего в справедливом распределении общих затрат тепла между жителями в соответствии с фактическим объёмом индивидуального (поквартирного) его потребления. Оплата за потреблённый ресурс — это законное право жителей, социальная данность, закреплённая нормативно-законодательной базой, которую нельзя игнорировать ни в технических, ни в экономических расчётах.

На рис. 1 на примере одного из зданий показано, насколько различен уровень теплотребления в разных квартирах.



В этой ситуации уравнительную оплату по площади квартиры или по другому формальному расчётному или нормативному показателю вряд ли можно назвать справедливой.

1.2. Индивидуальный учёт тепла обеспечивает эффективность всего набора мероприятий, направленных на энергосбережение, таких как утепление здания, установка индивидуального теплового пункта (ИТП) и прочих. Без включения в процесс энергосбережения жителей (через индивидуальное регулирование теплотребления, индивидуальный учёт тепла и оплату по фактическому объёму его потребления) значительного эффекта энергосбережения достичь невозможно.

В частности, чем выше теплозащита здания, тем выше риск эффекта «термоса» (перегрева здания). Без индивидуального учёта и регулирования избыточное тепло будет выбрасываться жителями на улицу, поскольку при оплате за тепло по формальному показателю, а не по фактическому объёму потребления, у них отсутствует заинтересованность в энергосбережении. В результате расчётный эффект от повышения теплозащиты здания, аналогичный приведённому в статье [1], не будет достигнут.

В южных районах эффект от индивидуального регулирования и учёта ещё выше, поскольку значительная часть отопительного сезона приходится на относительно высокие для этого периода температуры наружного воздуха и значительные теплопоступления при активной инсоляции здания. Оперативная реакция термостатов на указанные факторы значительно сокращает теплотребление в здании в целом и в каждой квартире в частности, что однозначно сказывается на уровне платежей за отопление.

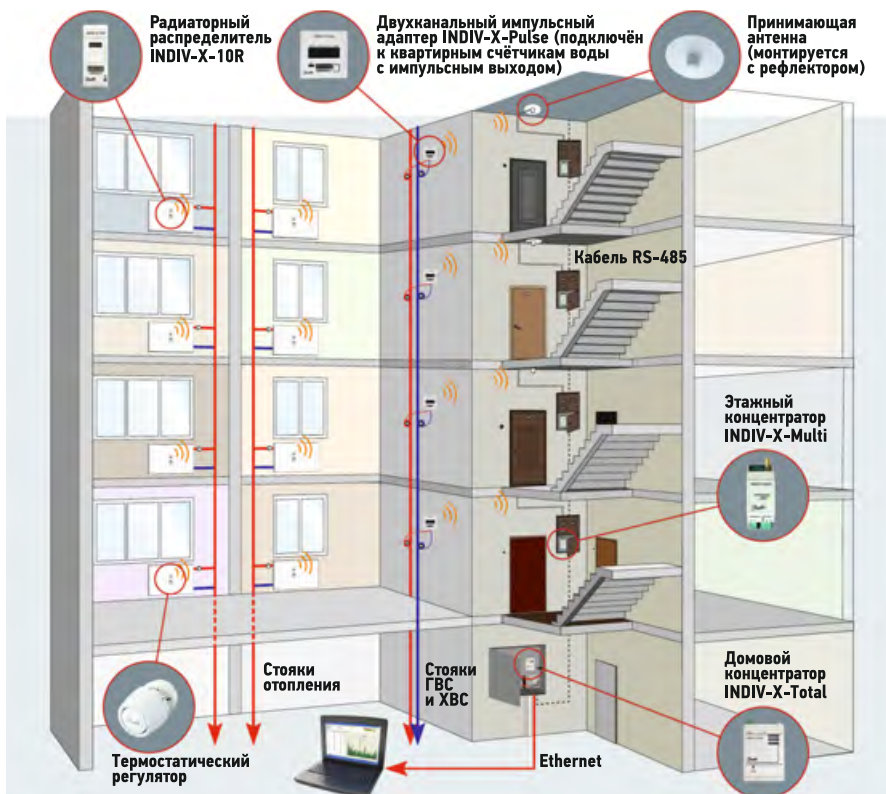
1.3. Системы отопления зданий, построенных до 1995 года (как правило, вертикальные), не оснащены термостатическими клапанами, установка которых обязательна при организации индивидуального учёта. Кроме того, такие системы, как правило, подключены к тепловым сетям через элеваторные узлы. В результате по диаметрам трубопроводов, по площади поверхности отопительных приборов и по специфике работы элеваторов такие системы невозможно оснащать термостатами без кардинальной их реконструкции, обусловленной значительным повышением гидравлического сопротивления системы при установке термостатов, а также невозможности адекватной работы элеватора при работе системы отопления с переменным гидравлическим сопротивлением.

2. Второй тезис: у всех систем индивидуального учёта тепла есть различные недостатки и, кроме того, существуют проблемы невозможности точного учёта тепла, расходуемого на общедомовые нужды (ОДН), стояками, при перетоках через внутренние межквартирные ограждения и др.

2.1. Именно с учётом этих особенностей, справедливо отмеченных нашим оппонентом, индивидуальный учёт тепла нигде в мире непосредственно для жителей не является коммерческим учётом. Для расчёта величины тепловой энергии, подлежащей оплате каждым жителем, показания индивидуальных приборов никогда не применяются напрямую. Напротив, расчёт всегда производится путём распределения общей величины потребления МКД, зафиксированной общим коммерческим прибором на вводе, с учётом показаний индивидуальных приборов.

Все упомянутые нашим оппонентом ключевые неопределённости (доля затрат на общедомовые нужды, перетоки между квартирами, невыгодное с точки зрения теплопотребления расположение части квартир) можно с достаточной достоверностью оценить и учесть в формулах распределения. Всё это отражено в европейских методиках индивидуального учёта, в методиках стран СНГ и ряде рекомендательных документов, издававшихся и у нас в РФ. При условии правильного учёта в методиках перечисленных нюансов индивидуальный учёт достигает своей главной цели, то есть прямой зависимости оплаты каждого жителя от его фактического индивидуального потребления.

2.2. С некоторым обобщением результатов российских и международных исследований по методикам, эффектам и осо-



•• Измерительная система INDIV-X-AMR — система поквартирного учёта энергоресурсов с автоматизированным дистанционным беспроводным считыванием показаний

бенностям индивидуального учёта автор статьи [1] и читатели могут ознакомиться, в частности, в [2, 3] и в литературе по ссылкам на других авторов, приведённым в этих публикациях.

В настоящее время в российской нормативно-законодательной базе, например, в Постановлении Правительства РФ от

Методики, корректно отражающие основную специфику и особенности индивидуального учёта тепла в МКД, разработаны группой специалистов и переданы в Минстрой России

6 мая 2011 года №354-ПП «Правила предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов», некоторые особенности, сопровождающие индивидуальный учёт тепла, частично отмеченные уважаемым оппонентом, учтены, хотя, к сожалению, не без ошибок, которые дискредитируют саму идею и порой приводят к конфликтной ситуации при расчётах с жителями.

Методики, корректно отражающие основную специфику и особенности индивидуального учёта тепла в МКД, разработаны группой специалистов и переданы в Министерство строительства РФ для обсуждения и включения в актуализированную версию Постановления Правительства РФ №354-ПП. Однако, к сожалению, чиновники тормозят продвижение данной методики. В этой ситуации было бы актуально, чтобы МГСУ, в лице учёных и специалистов уважаемой профильной кафедры, поддержал бы наши усилия в формировании корректной методической базы для расчёта с жителями многоквартирных домов по показаниям индивидуальных приборов учёта тепла. ●



1. Крупнов Б.А. Всегда ли целесообразен поквартирный учёт теплоты на отопление в современных жилых домах? // Журнал СОК, 2020. №3. С. 40–41.
2. Грановский В.Л., Никитина С.В. Индивидуальный учёт тепловой энергии в многоквартирных домах: особенности, возможности, проблемы // АВОК, 2020. №2. С. 58–63.
3. Грановский В.Л., Налётов В.А. Индивидуальный учёт тепла на отопление в многоквартирных домах: анализ влияния межквартирных перетоков тепла на платежи жителей // Энергосбережение, 2020. №3. С. 46–51.

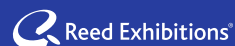
mce



®

mostra convegno
expocomfort

organizzato da / organised by



THE ESSENCE OF COMFORT

NUOVE DATE

20 20

42[^]

MOSTRA CONVEGNO
EXPOCOMFORT

8-11 SETTEMBRE/SEPTEMBER 2020

fieramilano

www.mcexpocomfort.it

in concomitanza con / alongside with

BiE BIOMASS
INNOVATION
EXPO

www.bie-expo.it

in collaborazione con
in cooperation with



Метод оценки эффективности использования теплоты отработавшего в турбине пара для теплоснабжения

Рецензия эксперта на статью получена 18.09.2019 [Expert review on the article received on September 18, 2019].

Введение

Настоящая статья посвящена вопросу оценки влияния отпуска теплоты из отбора паровой турбины для теплоснабжения потребителей на эффективность использования топлива. Известны различные критерии оценки влияния изменений в тепловой схеме паротурбинной установки на её экономичность, по которым с разной степенью точности может оцениваться эффективность теплофикации: коэффициент недовыработки, коэффициент ценности теплоты, коэффициент изменения мощности, КПД дополнительного отбора и др. Разнообразие критериев свидетельствует о серьёзности предмета исследования, с одной стороны, и наличии тех или иных недостатков в каждом из разработанных методов, с другой. Недостатками, например, наиболее известного метода, основанного на использовании коэффициента ценности теплоты, являются его относительная сложность, недостаточная точность, вызванная принятыми в основе метода допущениями, и методическая ошибка вычисления коэффициента для отборов турбины, расположенных выше промперегрева.

Повышение экономичности энергоустановки при отпуске тепловой энергии потребителям из отбора турбины вместо отпуска его из котельной является очевидным фактом, не вызывающим сомнений [1–7]. Однако получаемая экономия оценивается с разной степенью точности. Поэтому произведён обзор методов оценки изменений в тепловой схеме паротурбинной установки источника теплоснабжения. Выполнен обзор методов оценки

изменений в тепловой схеме паротурбинной установки, на основании принятого метода оценки эффективности использования теплоты отработавшего в турбине пара для теплоснабжения разработан коэффициент относительной эффективности использования теплоты пара любого отбора турбины, означающий экономию подведённой к турбине энергии в долях отпускаемой потребителю теплоты.

Известны различные критерии оценки влияния изменений в тепловой схеме паротурбинной установки на её экономичность, по которым с разной степенью точности может оцениваться эффективность теплофикации

Обзор методов оценки изменений в тепловой схеме паротурбинной установки

Ещё В.И. Гриневецким [9] в уравнении материального баланса турбины с отбором пара $D_T = D_K + yD_{отб}$ применялся так называемый «коэффициент отбора» или «коэффициент недовыработки»:

$$y = \frac{i_{отб} - i_K}{i_0 - i_K},$$

где D_T — расход пара на турбину при работе с отбором; D_K — расход пара на турбину при чисто конденсационном режиме; $D_{отб}$ — расход отбираемого пара; i_0 , $i_{отб}$ и i_K — энтальпия пара, соответственно, перед турбиной, в отборе и перед конденсатором.

УДК 658.26. Научная специальность: 05.23.03.

Метод оценки эффективности использования теплоты отработавшего в турбине пара для теплоснабжения

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

Дана оценка влияния отпуска теплоты из отбора паровой турбины для теплоснабжения потребителей на эффективность использования топлива. Произведён анализ критериев оценки изменений в тепловой схеме паротурбинной установки на её экономичность, по которым с разной степенью точности может оцениваться эффективность теплофикации. Определены недостатки, например, наиболее известного метода, основанного на использовании коэффициента ценности теплоты: относительная сложность, недостаточная точность, вызванная принятыми в основе метода допущениями, и методическая ошибка вычисления коэффициента для отборов паровой турбины, расположенных выше промперегрева. Разработан метод оценки изменений в тепловой схеме паротурбинной установки с использованием коэффициентов относительной эффективности теплоты отборов турбин. Разработанный коэффициент относительной эффективности использования теплоты пара любого отбора турбины (означающий экономию подведённой к турбине энергии в долях отпускаемой потребителю теплоты) является только функцией теплопередач в соответствующих отсеках турбины и не зависит от КПД турбины, в отличие от известных более сложных и менее точных методов оценки ценности теплоты.

Ключевые слова: учёт энергии, расход топлива, теплота сгорания, теплоснабжение, энергетический баланс, источник теплоснабжения.

UDC 658.26. The number of scientific specialty: 05.23.03.

The method of estimation of efficiency of use of heat in the turbine exhaust steam for heating

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

The influence of heat release from the selection of a steam turbine for heating consumers on fuel efficiency is estimated. The analysis of criteria for evaluating changes in the thermal scheme of a steam turbine installation for its efficiency, which can be used to evaluate the efficiency of heating with different degrees of accuracy, is carried out. The disadvantages of, for example, the most well-known method based on the use of the heat value coefficient are determined: relative complexity, insufficient accuracy caused by the assumptions adopted in the basis of the method, and a methodological error in calculating the coefficient for steam turbine selections located above the industrial superheat. A method for estimating changes in the thermal scheme of a steam turbine installation using the coefficients of the relative efficiency of the heat of the turbine selections is developed. The developed coefficient of relative efficiency of use of heat of steam of any selection of the turbine (meaning economy of the energy brought to the turbine in shares of heat released to the consumer) is only function of heat transitions in the corresponding compartments of the turbine and does not depend on efficiency of the turbine unlike known more difficult and less exact methods of an estimation of value of heat.

Key words: energy accounting, fuel consumption, heat of combustion, heat supply, energy balance, heat supply source.

Однако коэффициенту η присущ ряд следующих недостатков: он не учитывает влияния регенеративного подогрева воды на экономичность турбины; не учитывает дополнительный эффект от подогрева воды, возвращаемой от потребителя, и добавки воды, восполняющей потери в схеме регенерации турбины; не учитывает влияние промежуточного перегрева пара и др.

Коэффициент недовыработки широко использовался в практических целях [7] более чем 40 лет. В последние годы в проектной и эксплуатационной практике этот коэффициент уже практически не применяется, но, несмотря на это, он продолжает находить место в учебниках для вузов без указания на его недостатки [2, 13].

В 1929 году [13] была предложена приближенная эмпирическая формула «коэффициента ценности теплоты»:

$$\xi = (1 - \lambda)(1 + k\lambda),$$

где $\lambda = (i_o - i_{от6}) / (i_o - i_k)$ — отношение теплопадения, использованного паром данного отбора, к полному использованному (внутреннему) теплопадению турбины; k — эмпирический коэффициент, зависящий от начальных параметров рассматриваемой установки и особенностей её схемы. Точность вычисления значения ξ при соответственно подобранных значениях коэффициента k оказалась достаточной для прикидочных расчётов схем турбоустановок без промежуточного перегрева пара.

Для более точных расчётов приходилось в каждом конкретном случае находить значение ξ «эмпирически», то есть, в соответствии с определением этого коэффициента, для каждой тепловой схемы путём составления «дополнительных тепловых балансов» подсчитывать то изменение полного расхода теплоты на установку, которое является следствием подвода определённого количества теплоты на данной ступени регенерации [11].

Широкое применение имело и другое выражение коэффициента ценности теплоты, а именно:

$$\xi = \frac{i_{от6} - i_k}{i_o - i_k} \frac{i_o - \bar{i}_{от6}}{i - \bar{i}_k}, \quad (1)$$

где $\bar{i}_{пв}$ и \bar{i}_k — энтальпии, соответственно, питательной воды и конденсата отбираемого пара; $(i_o - \bar{i}_{от6}) / (i_o - i_k)$ — относительный прирост расхода теплоты на вырабатываемую энергию конденсационной турбины без регенерации.

Для того чтобы выражение (1) можно было распространить на турбоустановки с регенеративным подогревом воды и промежуточным перегревом пара, в нём необходимо произвести замену множителя:

$$\Delta q = \frac{i_o - \bar{i}_{от6}}{i_o - i_n} \text{ на } \Delta q = \frac{i_o - \bar{i}_{от6} + \alpha_{пн} \Delta i_{пн}}{(i_o - \bar{i}_{от6} + \alpha_{пн} \Delta i_{пн}) - \alpha_k (i_k - \bar{i}_k)},$$

где $\alpha_{пн}$ и α_k — доля пара, поступающего, соответственно, в промперегреватель и конденсатор; $\Delta i_{пн}$ — приращение энтальпии пара в промперегревателе.

Если отбор пара производится до промежуточного перегрева пара, то к числителю $(i_{от6} - i_k)$ в выражении (1) нужно прибавить приращение энтальпии $\Delta i_{пн}$.

В результате таких подстановок выражение (1) для общего случая преобразуется в выражение:

$$\xi = \frac{i_o - \bar{i}_{от6} + \alpha_{пн} \Delta i_{пн}}{(i_o - \bar{i}_{от6} + \alpha_{пн} \Delta i_{пн}) - \alpha_k (i_k - \bar{i}_k)} \frac{i_{от6} - i_k + \Delta i_{пн}}{i_{от6} - \bar{i}_k}. \quad (2)$$

Как видно из изложенного выше, определение значения по выражению (2) весьма трудоёмко и требует большого объёма исходной информации.



Делать больше, располагая меньшим

Простое управление, быстрые результаты и никаких бумаг. Всё, что вам нужно для самой интенсивной работы.

С 1 июня до 31 августа 2020 года универсальная отвертка Wera в подарок при покупке цифрового манометрического коллектора testo 549, testo 550, testo 557, testo 570 или комплекта смарт-зондов для холодильных систем и систем вентиляции.

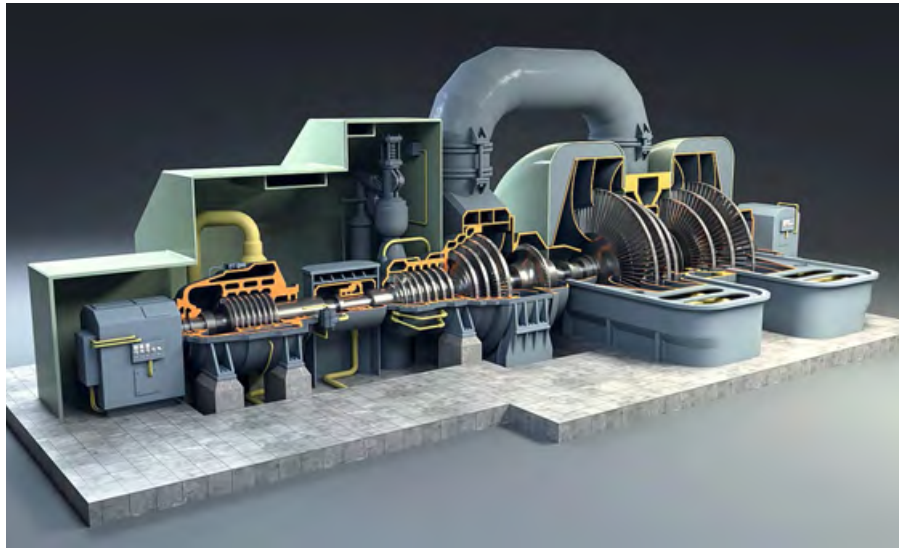
Очевидно, поэтому Я.М. Рубинштейн и М.И. Щепетильников не стали усложнять формулу (1), а пошли по пути разработки аналитического метода определения коэффициента ценности теплоты ξ [12], согласно которому предварительно находят коэффициент изменения мощности ϵ . При разработке этого метода была сделана предпосылка (допущение), что при небольшом значении количества теплоты, подводимой извне к той или иной ступени подогрева питательной воды ($Q \ll Q_0$), изменение экономичности установки не должно зависеть от способа определения, то есть относительное уменьшение общего расхода теплоты ΔQ_0 в первом случае и относительный прирост мощности ΔN во втором должны быть одинаковы:

$$\frac{\Delta Q_0}{Q_0} = -\frac{\Delta N}{N}, \text{ отсюда } \frac{\Delta N}{\Delta Q_0} = \frac{N}{Q_0} = \eta, \quad (3)$$

где η — внутренний (абсолютный) КПД установки.

Расчёты сравнительной эффективности обычно проводятся при выборе способа удовлетворения одной и той же потребности, то есть сравниваемые варианты должны приводиться к одинаковому эффекту, в энергетике — к одинаковому количеству теплоты и электроэнергии, отпускаемых потребителю [14]. Если рассматривать условие (3) с этой позиции, то оно действительно для случая отпуска только электроэнергии, а для сравнения вариантов удовлетворения потребителя одновременно теплотой и электроэнергией оно неприемлемо.

На самом деле при отпуске потребителю теплоты, например, паром, поступающим в конденсатор (вместо отпу-



ска теплоты из котельной), имеет место большая экономия теплоты ΔQ_0 при неизменной мощности установки, то есть $\Delta N = 0$, а отношение $\Delta N/\Delta Q_0 = 0 \neq \eta$. Поэтому коэффициент ценности теплоты ξ , вычисленный по методу [10], применим лишь в случае, когда речь идёт только о структурных изменениях рассматриваемой схемы, при которых отсутствует подвод (или отвод) теплоты извне.

Для анализа и оптимизации тепловой схемы предназначен метод эквивалентных теплопадения и вытекающий из него коэффициент полезного действия отбора турбины [10]: «...метод предполагает, что расчёт исходной тепловой схемы вы-

полнен заранее». Для сравнения эффективности вариантов раздельной и комбинированной выработки теплоты и электрической энергии этот метод также неприменим, поскольку КПД отборов турбины вычисляется при постоянном расходе теплоты на неё и не приводится к условию постоянного производственного эффекта (одинаковое количество отпускаемых в сравниваемых вариантах теплоты и электроэнергии). Таким образом, вышеперечисленные методы оказались применимыми только для анализа небольших структурных изменений в пределах конденсационной паротурбинной установки и неприемлемыми для оценки эффективности теплофикации.

Для приближенной оценки эффективности теплофикации в [6] дано выражение коэффициента ценности теплоты:

$$\xi = 1 - \Delta Q, \quad (4)$$

где $\Delta Q = (b_k - b_t)\omega = \Delta b\omega$ — снижение затрат (экономия теплоты в турбоагрегате на единицу отпущенной теплоты); b_k и b_t — удельные расходы теплоты, соответственно, на конденсационный и теплофикационный 1 кВт·ч вырабатываемой электроэнергии; Δq — удельные потери теплоты в конденсаторе турбины; ω — удельная теплофикационная выработка электроэнергии на единицу отпущенной за пределы турбоустановки теплоты.

В работе [8], посвящённой оптимизации режимов работы ТЭЦ, удельная экономия расхода теплоты за счёт комбинированного производства энергии на каждую единицу теплоты, отпускаемой из отбора турбины, представлена в виде комплекса $m_T \Delta q_k$, который по своему физическому смыслу идентичен величине $\Delta Q = \omega \Delta b$ из выражения (4), поскольку m_T — относительный прирост теплофикационной мощности при увеличении тепловой нагрузки, а Δq_k — относительный прирост потерь теплоты в конденсаторе (при замещении теплофикационной мощности конденсационной).

Расчёты сравнительной эффективности обычно проводятся при выборе способа удовлетворения одной и той же потребности, то есть сравниваемые варианты должны приводиться к одинаковому эффекту



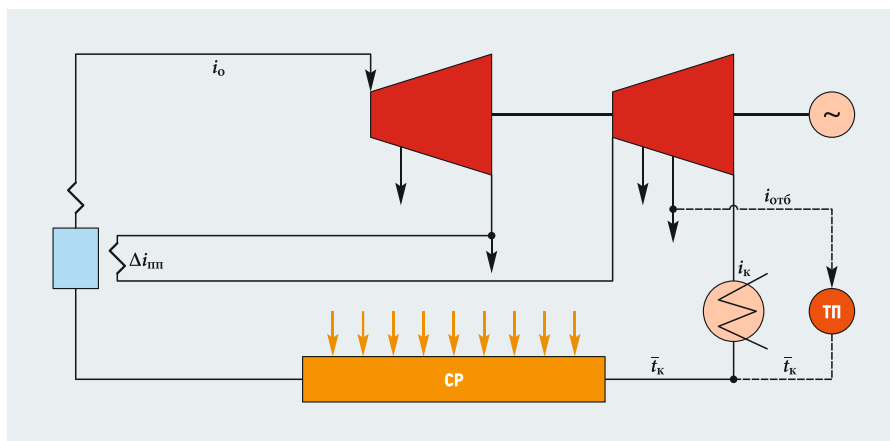


Рис. 1. Тепловая схема энергоблока (СР — система регенеративного подогрева питательной воды, ТП — тепловой потребитель; $i_o, i_{отб}$ и i_k — энтальпия пара соответственно перед турбиной, в отборе и на входе в конденсатор; $\Delta i_{пп}$ — приращение энтальпии пара в промежуточном пароперегревателе; \bar{t}_k — энтальпия конденсата, поступающего из конденсатора и от потребителя теплоты)

Однако в упомянутых работах нет вывода аналитических выражений экономии теплоты, получаемой при теплофикации на паротурбинных ТЭЦ, которые основывались бы на параметрах турбинной установки и соответствовали бы физической сущности протекающих в ней процессов. Такое выражение представлено в [15], однако и оно рекомендуется только для предварительной оценки эффективности теплофикации, поскольку включает в себя энтальпию пара в «условном регенеративном отборе» и имеет ряд других условностей. Разновидности перечисленных методов оценки эффективности теплофикации с присущими им недостатками встречаются и у других авторов [1,3].

Метод оценки эффективности использования теплоты отработавшего в турбине пара для теплоснабжения

Разработанный автором метод [4,5] позволяет быстро и с достаточной точностью производить анализ энергобаланса турбоустановки: он учитывает как первичные, так и вторичные изменения в режиме её работы. Если при неизменном расходе подведённой энергии на турбину (рис.1) отпустить из её отбора тепловую энергию потребителю (ТП) 1 кг пара, а конденсат возвратит в конденсатор турбины, то произойдёт уменьшение выработки электроэнергии на $(i_{отб} - i_k + \Delta i'_{пп})$ и сокращение затрат теплоты на выработку электроэнергии на $(i_{отб} - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп})$.

Потребитель, получая тепловую энергию от турбины $Q_{тэ} = i_{отб} - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп}$, отказывается от получения такого же количества энергии от котельной. Сокращение потерь энергии в окружающую среду через конденсатор с охлаждающей водой составляет $(i_k - \bar{t}_k)$. Для восстановления выработки электроэнергии до исходного уровня увеличим расход подведённой энергии на турбоустановку на

$$\Delta Q = (i_{отб} - i_k + \Delta i'_{пп})/\eta.$$

Снижение расхода энергии на производство тепловой энергии составит:

$$Q = Q_{тэ} - \Delta Q = (i_{отб} - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп}) - \frac{i_{отб} - i_k + \Delta i'_{пп}}{\eta},$$

где $i_{отб}$ — энтальпия отбираемого пара; i_k и \bar{t}_k — энтальпия, соответственно, пара и конденсата в конденсаторе; $\Delta i'_{пп}$ — приращение энтальпии пара в промперегревателе (величина со знаком «+» учитывается только при отборе пара потребителем до промперегрева); η — КПД паротурбинной установки.

Разделив полученное выражение на количество отпущенной тепловой энергии $Q_{тэ} = i_{отб} - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп}$, найдём удельную экономию подведённой энергии в долях отпущенной теплоты, которая по физическому смыслу является коэффициентом относительной эффективности использования теплоты отбора турбины:

$$K'_{о.эф} = 1 - \frac{\Delta Q}{Q_{тэ}} = 1 - \frac{i_{отб} - i_k + \Delta i'_{пп}}{(i_{отб} - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп})\eta}.$$

Коэффициент $K'_{о.эф}$ — это экономия подведённой энергии (в долях отпускаемой теплоты), получаемая при комбинированной выработке теплоты и электроэнергии за счёт сокращения потерь энергии через конденсатор с охлаждающей водой. Разность $(1 - K'_{о.эф})$ — это дополнительный расход энергии на турбоагрегат в долях отпускаемой теплоты:

$$1 - K'_{о.эф} = \frac{\Delta Q}{Q_{тэ}} = \frac{i_{отб} - i_k + \Delta i'_{пп}}{i_{отб} - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп}}.$$

При $i_{отб} = i_k$ обычно имеем $K'_{о.эф} = 0,1-0,12$ и $1 - K'_{о.эф} = 0,88-0,9$.

Как было обусловлено выше, конденсат от потребителя с температурой \bar{t}_k возвращается в конденсатор турбины.

Следовательно, значение $K'_{о.эф}$ учитывает регенеративный подогрев конденсата от температуры \bar{t}_k до температуры насыщения $t_{отб}$, соответствующей давлению пара в отборе, из которого от-

пускается пар потребителю. Однако на практике конденсат, как правило, возвращается от потребителя, например, из сетевого подогревателя, с температурой насыщения $t_{отб}$. Поэтому теплота отбора турбины будет использоваться для теплофикации с меньшей эффективностью: $K_{о.эф} < K'_{о.эф}$. Если конденсат возвращается от потребителя в точку отбора пара, то для условия $i_{отб} = i_o$, очевидно, $1 - K_{о.эф} = 1$ или $K_{о.эф} = 0$.

Найдём множитель M , учитывающий влияние изменения точки возврата конденсата от потребителя (для отбора с энтальпией $i_{отб} = i_o$):

$$M = \frac{1 - K_{о.эф}}{1 - K'_{о.эф}} = \frac{1}{1 - K'_{о.эф}} = \frac{(i_{отб} - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп})\eta}{i_{отб} - i_k + \Delta i'_{пп}}.$$

Для любого отбора получим:

$$1 - K_{о.эф} = M(1 - K'_{о.эф}) = \frac{(i_{отб} - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп})\eta}{i_{отб} - i_k + \Delta i'_{пп}} = \frac{i_{отб} - i_k + \Delta i'_{пп}}{(i_{отб} - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп})\eta}.$$

Сокращая числитель и знаменатель на величину η , получим:

$$1 - K_{о.эф} = \frac{i_o - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп}}{i_{отб} - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп}} \frac{i_{отб} - i_k + \Delta i'_{пп}}{i_o - i_k + \Delta i'_{пп}}.$$

Приводя полученное выражение к общему знаменателю, выведем в общем виде формулу коэффициента относительной эффективности теплоты отбора турбины для теплофикации:

$$K_{о.эф} = \frac{i_k - \bar{t}_k}{i_o - i_k + \Delta i'_{пп}} \frac{i_o - \bar{t}_{отб} + \Delta i'_{пп} - \Delta i'_{пп}}{i_o - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп}}.$$

В конкретных случаях применения этой зависимости она приобретает более простой вид:

□ отбор пара до промперегрева

$$K_{о.эф} = \frac{i_k - \bar{t}_k}{i_o - i_k + \Delta i'_{пп}} \frac{i_o - \bar{t}_{отб}}{i_{отб} - \bar{t}_k + \Delta i'_{пп}};$$

□ отбор пара после промперегрева

$$K_{о.эф} = \frac{i_k - \bar{t}_k}{i_o - i_k + \Delta i'_{пп}} \frac{i_o - \bar{t}_{отб} + \Delta i'_{пп}}{i_{отб} - \bar{t}_k};$$

□ турбина без промперегрева

$$K_{о.эф} = \frac{i_k - \bar{t}_k}{i_o - i_k} \frac{i_k - \bar{t}_{отб}}{i_{отб} - \bar{t}_k}.$$

Вычисление коэффициентов относительной эффективности теплоты отборов турбин по разработанной автором методике не представляет затруднений. Значения коэффициента $K_{о.эф}$ для распространённых типов турбин приведены в табл. 1 и на рис. 2.

Примечание: следует учесть, что конденсат отбираемого пара от потребителей возвращается в схему регенерации с температурой, соответствующей температуре пара в точке отбора.

С достаточной для технических расчётов точностью этот коэффициент может также приниматься по его графической зависимости от известного коэффициента недовыработки $K_{0,эф} = f(y)$ (рис. 3). Для оценки полученных результатов на рис. 3 также показана зависимость коэффициента ценности теплоты $\xi = f(y)$ [12], полученной по более сложной и менее точной методике, в частности, неправильно учитывающей приращение энтальпии пара в промежуточном пароперегревателе [неправомерное смещение кривой $\xi = f(y)$ выше точки промежуточного перегрева].

Коэффициент относительной эффективности использования теплоты любого отбора турбины для теплоснабжения, означающий экономию подведённой к турбине энергии в долях отпускаемой потребителю теплоты, не зависит от КПД турбины и доли пара на регенерацию, а является только функцией теплоперепадов в соответствующих отсеках турбины.

Выводы

С точки зрения экономии топлива может быть целесообразной организация промежуточного перегрева пара после про-

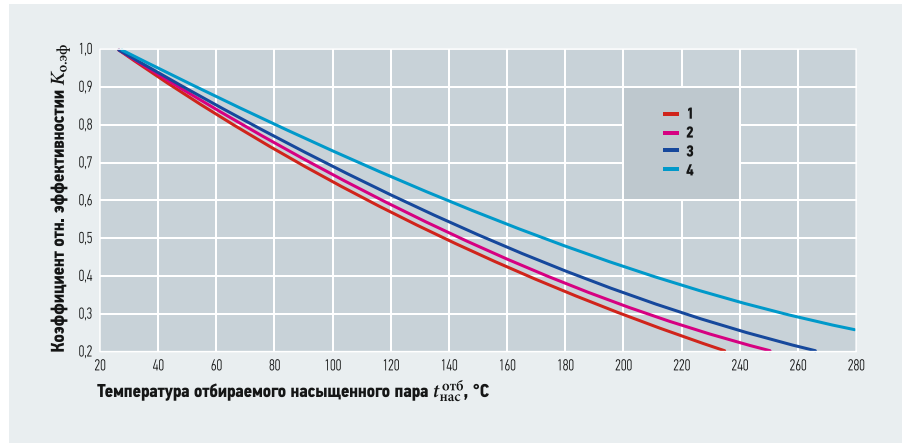


Рис. 2. Зависимость коэффициента относительной эффективности теплоты отборов от параметров пара турбин [1 — 12,7 МПа, 540/540 °С; 2 — 8,8 МПа, 535 °С; 3 — 12,7 МПа, 535 °С и 23,5 МПа, 540/540 °С; 4 — 23,5 МПа, 540 °С (условная турбина без промперегрева)]

мышленного отбора. Эффективность теплоты отбора при этом не уменьшится, а, наоборот, несколько увеличится за счёт снижения относительного прироста расхода теплоты на выработку электроэнергии или в крайнем случае останется неизменной, то есть $\delta K_{0,эф} = 0$.

Разработанный коэффициент относительной эффективности использования теплоты пара любого отбора турбины (означающий экономию подведённой к турбине энергии в долях отпускаемой потребителю теплоты) является только

функцией теплоперепадов в соответствующих отсеках турбины и не зависит от коэффициента полезного действия турбины, в отличие от известных более сложных и менее точных методов оценки ценности теплоты.

На основе данного коэффициента разработаны методы расчёта экономии топлива, получаемой при переходе от раздельного к комбинированному способу производства электрической и тепловой энергии и рационализации тепловых схем тепловых электростанций. ●

Значения коэффициента относительной эффективности теплоты отборов*

табл. 1

Номер отбора	Коэффициент относительной эффективности теплоты отборов турбин				
	К-100-90	Т-100-130	К-160-130	К-200-130	К-300-240
1	0,150	0,216	(0,145)	0,125	0,114
2	0,220	0,272	0,178	0,169	0,150
3	0,303	0,371	0,256	0,265	0,262
4	0,467	0,474	0,331	0,368	0,321
5	0,550	0,544	0,403	0,491	0,424
6	0,670	0,606	0,562	0,594	0,530
7	0,750	0,735	0,653	0,781	0,666
8	0,856	—	0,745	—	0,851
К	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

* Для распространённых типов турбин.

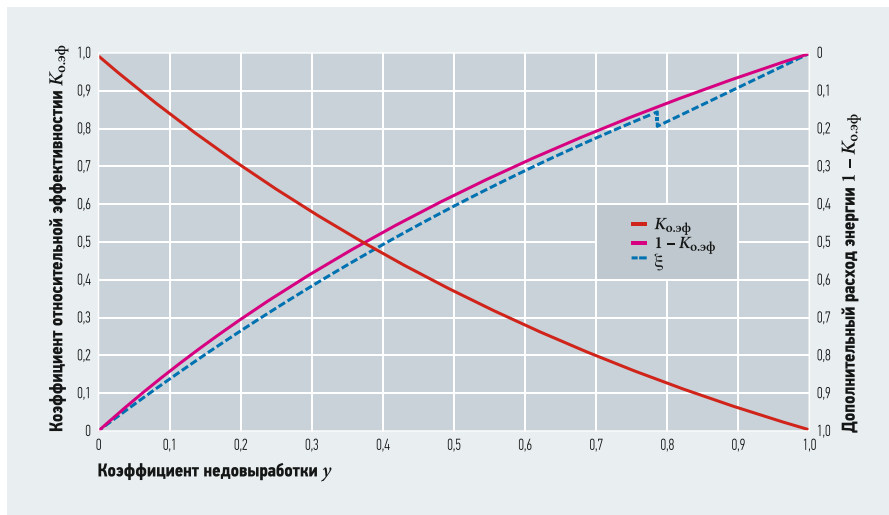


Рис. 3. Коэффициент относительной эффективности использования теплоты любого отбора турбины для теплоснабжения

- Баринберг Г.Д., Бененсон Е.И. Влияние параметров свежего пара, промежуточного перегрева и единичной мощности на экономичность теплофикационных турбин / В сб.: Опыт создания турбин и дизелей. — Свердловск: Средне-Уральское книжное изд-во, 1969. С. 97–102.
- Белинский С.Я., Липов Ю.М. Энергетические установки электростанций: Учебник для вузов. — М.: Энергия, 1974. 304 с.
- Бененсон Е.И., Иоффе Л.С. Теплофикационные паровые турбины. — М.: Энергия, 1976. 264 с.
- Буланин В.А. Алгоритм оценки влияния отбора тепла от турбоагрегата на его экономичность / Республ. НТК по электроавтоматизации и автоматическому управлению и регулированию производственных процессов: Тезисы докладов. — Ташкент, 1975.
- Буланин В.А., Родимкин Е.Д. Метод анализа энергобаланса паротурбинной установки // Электрические станции, 1978. №11. С. 27–31.
- Горшков А.С. Техничко-экономические показатели тепловых электростанций. — М.: Энергоатомиздат, 1984. 240 с.
- Комаров А.М., Лукницкий В.В. Карманный справочник теплотехника электростанций. — М.-Л.: ГОНТИ; Ред. энергетической лит-ры, 1939. 208 с.
- Гриневецкий В.И. Паровые машины. Теория рабочего процесса / Под ред. П.М. Соловьёва. Изд. 2-е. — М.: Гостехиздат, 1926. 214 с.
- Прузнер С.Л. Экономика энергетики СССР / С.Л. Прузнер, А.Н. Златопольский, А.М. Некрасов. — М.: Высшая школа, 1979. 471 с.
- Рыжкин В.Я., Кузнецов А.М. Анализ тепловых схем мощных конденсационных блоков. — М.: Энергия, 1972. 272 с.
- Рубинштейн Я.М., Щепетильников М.И. Исследование реальных тепловых схем ТЭС и АЭС. — М.: Энергоиздат, 1982. 272 с.
- Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов. — М.: Энергия, 1976. 448 с.
- Рубинштейн Я.М. Исследование регенеративного процесса в паротурбинных установках. Ч. I, II. — М.: Известия ВТИ, 1929. №1. С. 26–46; 1929. №9. С. 3–38.
- Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. — М.: Энергия, 1978. 376 с.

References — see page 63.

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



XII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

X МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС



Энергосбережение и энергоэффективность.

IT ТЕХНОЛОГИИ. ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ. ЭКОЛОГИЯ



6-9
ОКТАБРЯ
2020

Санкт-Петербург

Организатор



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

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

Генеральный
информационный
партнер

ЭНЕРГЕТИКА
И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
РОССИИ



Многослойная фасадная панель с воздушным зазором для энергоэффектив- ных зданий с комплексом ВИЭ

Рецензия эксперта на статью получена
07.02.20 [Expert review on the article
received on February 7, 2020].

Введение

В настоящее время в мировом сообществе особо актуальна проблема экономии энергетических ресурсов. Развитые страны в решении данной проблемы делают упор на сокращение удельного энергопотребления и рост использования возобновляемых источников энергии.

Основными факторами, влияющими на развитие в мире возобновляемой энергетики, являются: сокращение запасов топливных ресурсов, увеличение стоимости ископаемого топлива, быстрый рост населения Земли [1], рост энергопотребления, повышение температуры биосферы, необходимость снижения выбросов парниковых газов и многое другое.

С конца XX века можно было наблюдать резкий рост человеческой популяции (рис. 1). К примеру, в 1987 году на Земле жило 5 млрд человек, а в 2019 году численность человечества приближается к отметке в 8 млрд. Одновременно с ростом населения растёт энергопотребление, в результате чего происходит резкое увеличение объёмов выбросов парниковых газов (углекислого газа, метана, оксида

азота и т.п.), рис. 2 [2]. По предполагаемым сценариям развития глобального потепления, повышение температуры земной биосферы к 2100 году может составить +5°C [3].

Строительство и эксплуатация зданий и сооружений производят более половины выбросов всех парниковых газов [2]. Таким образом, энергосберегающие технологии в строительстве становятся приоритетной задачей для проектировщиков и строителей.

Основными факторами, влияющими на развитие в мире возобновляемой энергетики, являются: сокращение запасов топливных ресурсов, увеличение стоимости ископаемого топлива, быстрый рост населения Земли, рост энергопотребления, повышение температуры биосферы, необходимость снижения выбросов парниковых газов и многое другое

УДК 620.92. Научная специальность: 05.14.08.

Многослойная фасадная панель с воздушным зазором для энергоэффективных зданий с комплексом ВИЭ

Е. П. Шароварова, ассистент кафедры «Системы автоматизированного проектирования объектов строительства» («САП»), Институт строительства и архитектуры (ИСАрх) Уральского федерального университета (УрФУ), ведущий архитектор ООО «Техкон» (г. Екатеринбург); **С. Е. Щеклеин**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», УрФУ; **В. Н. Алёхин**, к.т.н., профессор, заведующий кафедрой «САП», ИСАрх УрФУ; **И. А. Степанов**, выпускник кафедры «САП», ИСАрх УрФУ

Энергосберегающие технологии и использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) являются приоритетной задачей для проектировщиков и строителей. В данной статье представлена новая фасадная конструкция — многослойная фасадная панель (МФП) с вентилируемым воздушным зазором для энергоэффективных зданий с комплексом ВИЭ. Вентилируемый зазор, образованный несущим каркасом из перфорированных профилей, используется как канал для движения тёплого осушенного тяжёлого воздуха. Наружный слой фасадной панели может выполняться с дополнительным слоем из тонкоплёночных солнечных панелей. Использование многослойных фасадных панелей значительно сокращает расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания.

Ключевые слова: многослойная фасадная панель с вентилируемым воздушным зазором, энергоэффективные здания, возобновляемые источники энергии.

UDC 620.92. Number of scientific specialty: 05.14.08.

Multi-layer facade panel with air gap for energy-efficient buildings with renewable energy complex

E. P. Sharovarova, assistance lecturer of the Department of CAD Systems in Civil Engineering (CADSCE), Institute of Civil Engineering and Architecture (ICEA), Ural Federal University (UrFU), leading architect in "Techcon", Ltd. (Ekaterinburg city); **S. E. Shcheklein**, PhD, Professor, Head of the Department of Nuclear Power Plants and Renewable Energy Sources, Ural Power Engineering Institute, UrFU; **V. N. Alekhin**, PhD, Professor, Head of the Department of CADSCE, ICEA UrFU; **I. A. Stepanov**, a graduate of the Department of CADSCE, ICEA UrFU

Energy saving technologies and the use of renewable energy sources are the priority issues for engineers and builders. This article presents a new facade design — the multilayer facade panel with a ventilated air gap for energy efficient buildings with a complex of renewable energy sources. A ventilated gap formed by a supporting frame of perforated profiles is used as a channel for the movement of warm and dried exhaust air. The outer layer of the facade panel can be designed with an additional layer of thin film solar panels. The use of multilayer facade panels significantly reduces the consumption of thermal energy for heating and ventilation of the building.

Key words: multilayer facade panel with ventilated air gap, energy-efficient buildings, renewable energy sources.

Источник: History Database of the Global Environment (HYDE) и ODN, ourworldindata.org

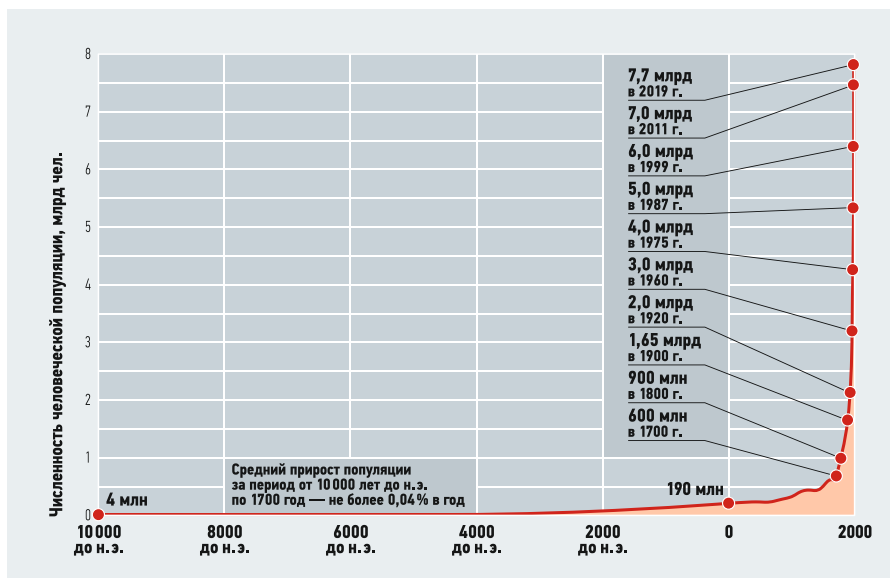


Рис. 1. Рост человеческой популяции на планете Земля за последние 12 тыс. лет

Кроме того, в связи с действующей госпрограммой «Социально-экономическое развитие Дальневосточного федерального округа» и «Стратегией развития Арктической зоны РФ» развитие и создание новых технологий и конструкций для строительства зданий и сооружений в труднодоступных регионах с экстремальными природно-климатическими условиями становятся необходимыми.

Отличительными особенностями данных регионов являются: экстремальные природно-климатические условия, удалённость от основных промышленных центров, малая плотность населения.

Например, общая площадь регионов, входящих в «Программу освоения земель Дальнего Востока» (Забайкальский, Приморский, Хабаровский и Камчатский края, Республика Бурятия, ЕАО, Республика Саха, Амурская, Магаданская и Сахалинская области, край, Чукотский АО), составляет 6 169 329 км², а средняя плотность населения по перечисленным обла-

стям и республикам составляет 1,0 человек на 1 км². Перечисленные особенности делают развитие подобных «удалённых» территорий затруднительным.



Конструкция многослойной фасадной панели

Произведённый анализ современных фасадных решений позволил создать новый тип многослойной фасадной панели (МФП) [4]. Прототипом для многослойной фасадной панели послужил один из трендов европейской архитектуры — климатический фасад или фасад с «двойной кожей» (double-skin facade). Основоположником идеи климатического фасада считается известный архитектор Ле Корбюзье. Предложенная архитектором в начале XX века инновационная идея «нейтрализующей стены» (neutralizing wall) заключалась в создании двухслойного фасада с воздушным зазором, в котором устанавливаются трубки для нагрева и охлаждения воздуха [5].

В настоящее время конструкция двойного остеклённого фасада особо распространена в высотном строительстве.

Источник: EC (JRC), Netherlands Environment Assessment Agency (PBL), EDGAR, ourworldindata.org

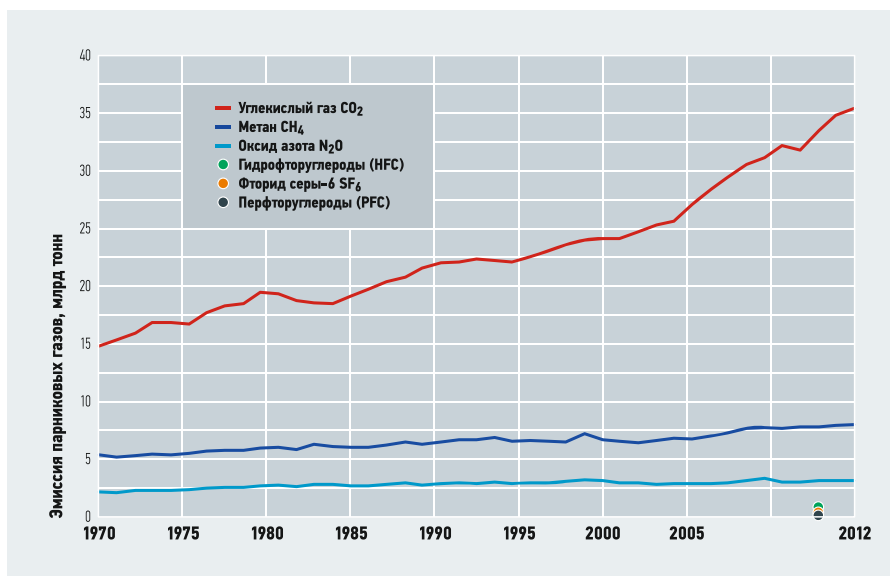


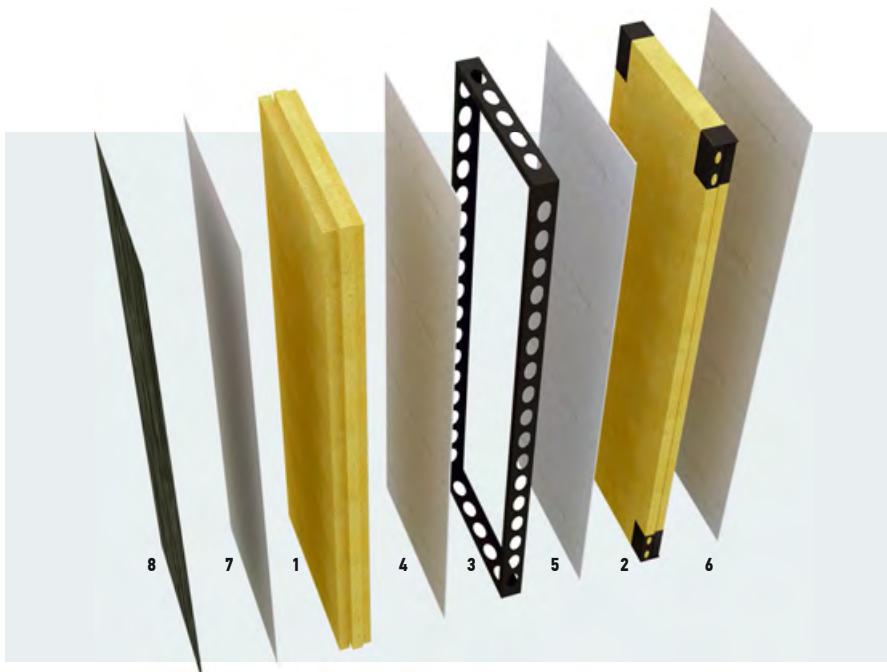
Рис. 2. Эмиссия парниковых газов на Земле с 1970 года

Мировую известность получили такие здания, как «Сити-Холл» и небоскрёб «Мэри-Экс» в Лондоне, «Коммерцбанк» во Франкфурте-на-Майне и многие другие.

Фасад с «двойной кожей» представляет собой две оболочки из стекла, которые обеспечивают эстетическое оформление и выполняют функцию ограждения. Климатические фасады различаются по многим параметрам: размещению поверхностей двойного фасада, наличию вентиляционных отверстий (без отверстий, с отверстиями, на обеих слоях фасада, только на внутренней поверхности фасада), величине зазора и другим. Климатический фасад может предусматриваться с механической или естественной вентиляцией через запроектированную систему отверстий. Расстояние между слоями фасада составляет от 20 до 200 см.

В общем случае межстекольное пространство — это канал для прохода воздуха, который может сообщаться с улицей, с помещениями и системой вентиляции при помощи открывающихся заслонок. Пространство между слоями служит не только каналом циркуляции воздуха; здесь размещаются электроприводы внутренних и наружных фрагм, солнцезащитные устройства, трапы-проходы для обслуживания и т.п. [6].

Запатентованная конструкция МФП (рис. 3) представляет собой два теплоизоляционных слоя 1 и 2, соединённых между собой каркасом из перфорированных швеллеров 3, образующих воздушный вентилируемый зазор. Теплоизоляция защищена со стороны вентилируемого зазора и помещения влагонепроницаемыми цементными плитами 4, 5 и 6 («Аквапанель KNAUF» или аналог).



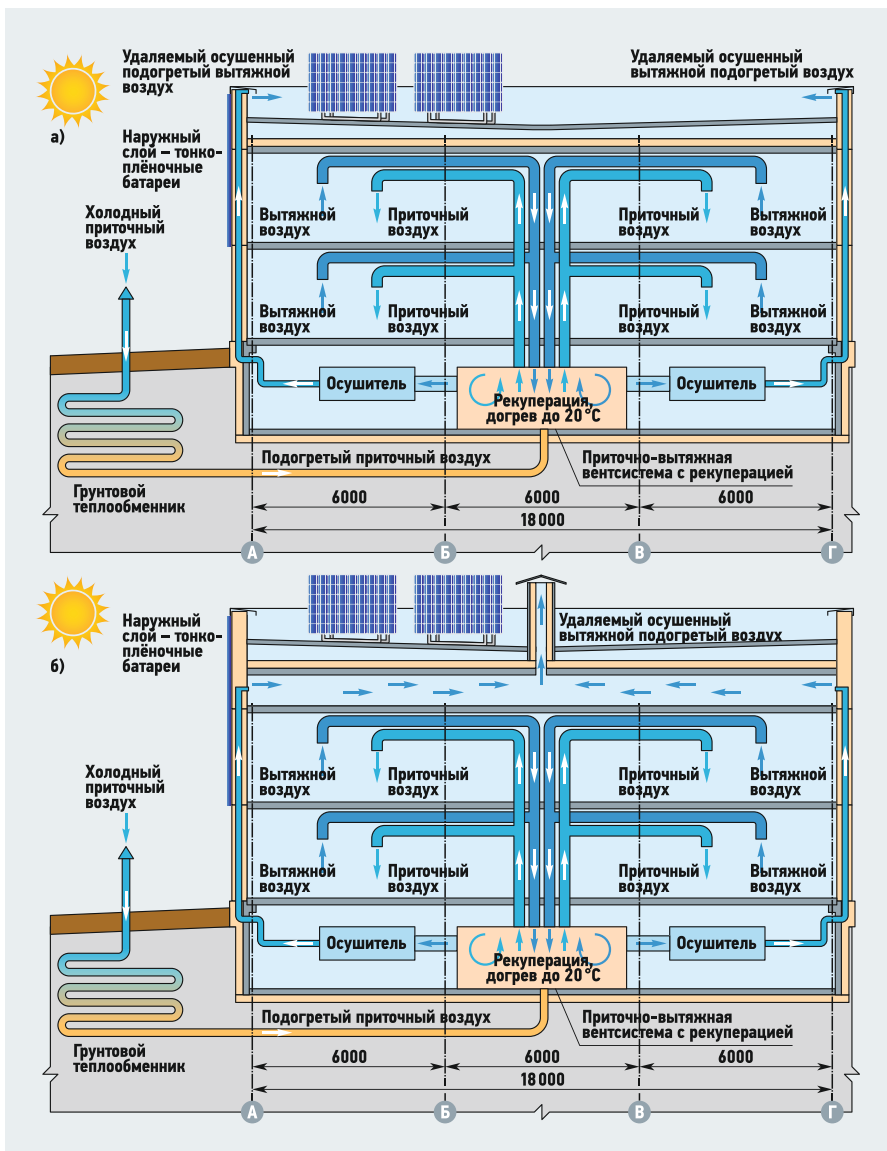
•• Рис. 3. Конструкция современной многослойной фасадной панели (1 и 2 — слои теплоизоляции; 3 — каркас из перфорированных швеллеров; 4, 5 и 6 — влагостойкие цементные плиты; 7 — алюминиевый лист; 8 — тонкоплёночный фотоэлемент)



•• Рис. 4. Крепёжный элемент для крепления многослойной фасадной панели

С фасада наружный слой теплоизоляции защищён алюминиевым листом 7, который можно окрашивать в любой цвет и придавать ему любую фактуру, меняя таким образом архитектурный облик здания. Современные технологии и оборудование для фотопечати позволяют наносить любой рисунок и текстуру на панели — имитация дерева, металла и т.д. Защитные слои сохраняют теплоизоляцию на протяжении заявленного срока службы, препятствуют её разрыхлению, деформации и прониканию влаги внутрь панели, а также служат поверхностью, готовой для внутренней отделки изнутри. Соединение внешнего слоя панели является герметичным за счёт конструкции соединения «паз-гребень».

Каркас, выполненный из перфорированных профилей для беспрепятственного движения воздуха, образует замкнутый воздушный зазор в плоскости фасада здания между двумя слоями утеплителя. Герметичность конструкции стены, выполненной из данных фасадных панелей, позволяет использовать нагретый воздух в зазоре для снижения расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию.



•• Рис. 5. Использование грунтового теплообменника для эффективной работы многослойной фасадной панели (а — с применением ПВУ, в которой происходит догрев приточного воздуха и рекуперация отработанного вытяжного воздуха; б — с поступлением тёплого осушенного воздуха из вентилируемого воздушного зазора, после чего происходит удаление вытяжного воздуха наружу)

Многослойные фасадные панели крепятся поэтапно к торцам плит с помощью крепёжного элемента в виде двутавра с рёбрами. В пазы панели, выполненные по углам, заводится крепёжный элемент (рис. 4).

С южной стороны фасада здания на алюминиевый лист МФП предусмотрена возможность монтажа тонкоплёночных фотоэлементов 8 (рис. 3). Невысокая стоимость (от \$0,25 за ватт), вместе с коэффициентом полезного действия 12–20% модулей третьего поколения и высокой производительностью при рассеянном свете по сравнению с кристаллическими аналогами, делают целесообразным их использование, в том числе и в Уральском регионе, с преимущественно пасмурной погодой. Некоторые виды модулей производят с прозрачностью до 20%, что позволяет применять такие тонкоплёночные батареи на светопрозрачных конструкциях.

Наиболее распространёнными являются тонкоплёночные батареи на основе аморфного кремния с КПД не более 12%. В настоящее время наиболее эффективны тонкоплёночные фотоэлементы на основе индия, селена и меди с коэффициентом полезного действия около 20%.

Данную панель можно применять в регионах с различными климатическими условиями, изменяя некоторые параметры: толщины внутреннего и внешнего слоёв теплоизоляции, размеры перфорированного профиля и перфораций, температуру нагнетаемого воздуха в зазор и многие другие.

Преимущество многослойной фасадной панели состоит в значительном снижении ресурсоёмкости и упрощении монтажа фасада, повышении срока службы теплоизоляции, а также снижения энергопотребления здания.

Применение МФП в зданиях с комплексом возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

Для эффективной работы многослойной фасадной панели может быть использован грунтовый теплообменник (ГТО). Наружный холодный воздух поступает в грунтовый теплообменник, затем поступает в приточно-вытяжную установку, где происходит догрев, и оттуда поступает в помещения (рис. 5а).

Отработанный вытяжной воздух сначала проходит через рекуператор, затем через конденсационный осушитель, после чего поступает в нижней части вентилируемого воздушного зазора фасада. Тёплый воздух в зазоре панелей поднимается наверх, где происходит удаление вытяжного воздуха через вентиляционные решётки в уровне парапета здания.

На аналогичной схеме показано, как тёплый осушенный воздух из вентилируемого воздушного зазора поступает в чердачное пространство, после чего происходит удаление вытяжного воздуха наружу (рис. 5б).

Такая схема представляет собой замкнутый цикл движения воздушных масс, в результате которого весь объём нагретого воздуха для систем принудительной вентиляции направлен на сохранение положительной температуры в вентилируемом зазоре. В качестве источника тепла могут быть использованы градирни при размещении зданий вблизи промышленных предприятий.

В летний период приточный воздух, охлаждённый за счёт использования грунтового теплообменника до температуры грунта, подаётся в воздушный зазор фасада, вследствие чего уменьшается требуемая мощность системы кондиционирования.



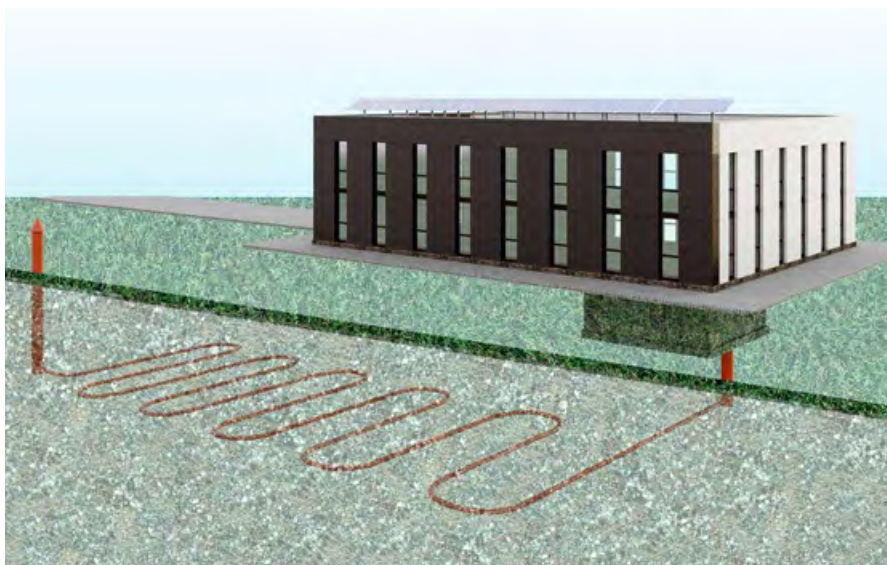
Измерение параметров микроклимата на высшем уровне

Новый универсальный измерительный прибор testo 400

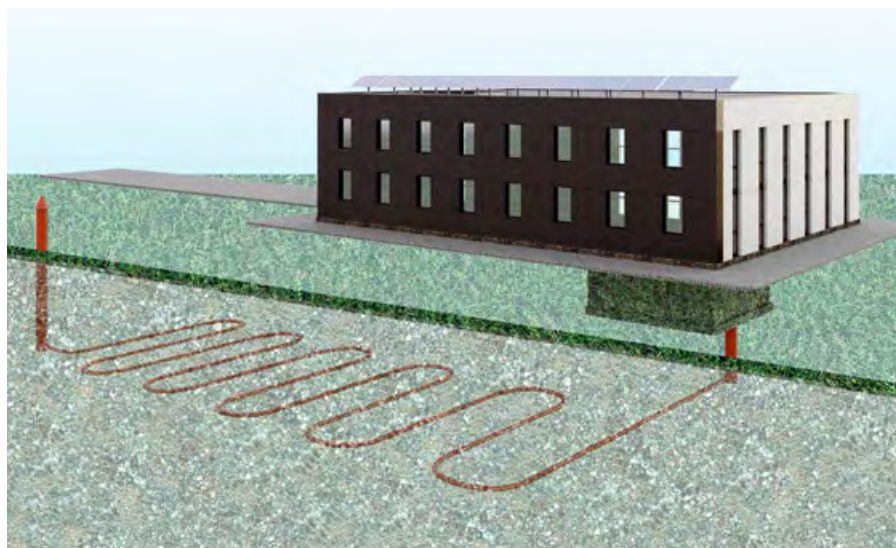
- **Моментальная готовность:** замена зондов во время измерений без перезагрузки
- **Интеллектуальные ассистенты:** помощь для безошибочных измерений
- **Экономия времени:** полное документирование непосредственно по месту замера

На рис. 6 и 7 изображены здания с фасадом из МФП с использованием грунтового теплообменника и тонкоплёночных батарей на южном фасаде. Окна в зданиях (рис. 6) можно выполнять «в пол», оставляя только парапетную панель. Также возможно устройство подоконной части из многослойной фасадной панели (рис. 7), перфорации в несущем каркасе в горизонтальной плоскости не будут препятствовать движению воздуха.

На рис. 8 изображена схема поэлементного монтажа фасада здания. Монтаж панелей 1 начинается снизу вверх, завершает здание парапетная панель 2. Витраж 3 комплектуется замкнутой конструкцией 4, формирующей оконные откосы и узел сопряжения с панелями. На кровлю здания дополнительно устанавливают солнечные батареи 5.



•• Рис. 6. Здание с фасадом из МФП с использованием ГТО и тонкоплёночных батарей



•• Рис. 7. Здание с фасадом из МФП с использованием ГТО и тонкоплёночных батарей



•• Рис. 8. Схема поэлементного монтажа фасада здания (1 — многослойная фасадная панель; 2 — парапетная панель; 3 — витраж; 4 — замкнутая рама; 5 — солнечные батареи)

МФП с вентилируемым воздушным зазором могут применяться в труднодоступных регионах с децентрализованным энергообеспечением

Заключение

Совершенствование ограждающих конструкций зданий является приоритетной задачей для проектировщиков во всем мире. МФП — многослойная фасадная панель с вентилируемым воздушным зазором — может применяться в труднодоступных регионах с децентрализованным энергообеспечением. Заводская сборка панелей и возможность интегрирования ВИЭ в такие здания способствует развитию строительства в малонаселённых регионах, что в настоящее время является актуальной задачей в связи с действующей программой освоения Дальнего Востока и стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации. ●

1. Roser M., Ritchie H., Ortiz-Ospina E. World population growth. "Our World in Data" on May 2019. Web-source: ourworldindata.org. Access data: February 4, 2020.
2. Ritchie H., Roser M. CO2 and greenhouse gas emissions. "Our World in Data" on December 2019. Web-source: ourworldindata.org. Access data: February 4, 2020.
3. Ritchie H., Roser M. CO2 and greenhouse gas emissions: Global average temperature anomaly graph data. "Our World in Data" on December 2019. Web-source: ourworldindata.org. Access data: February 4, 2020.
4. Патент РФ №191998 (RU). МПК E04F 13/075, E04F 13/077. Многослойная фасадная панель / В.Н. Алёхин, Е.П. Шароварова, А.М. Бударин. Заявл.: 28.11.2018; опубл.: 29.08.2019. Бюл. №25.
5. Дербина С.Н., Борискина П.В., Плотников А.А. Эволюция конструктивных решений светопрозрачных фасадов // Вестник МГСУ, 2011. №2. С. 26–35.
6. Ghaffarianhoseini Ali, Ghaffarianhoseini Amir, Berardi U., Tookey J., Hin Wa Li D., Kariminia Sh. Exploring the advantages and challenges of double-skin facades (DSFs). Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. Vol. 60. Pp. 1052–1065.

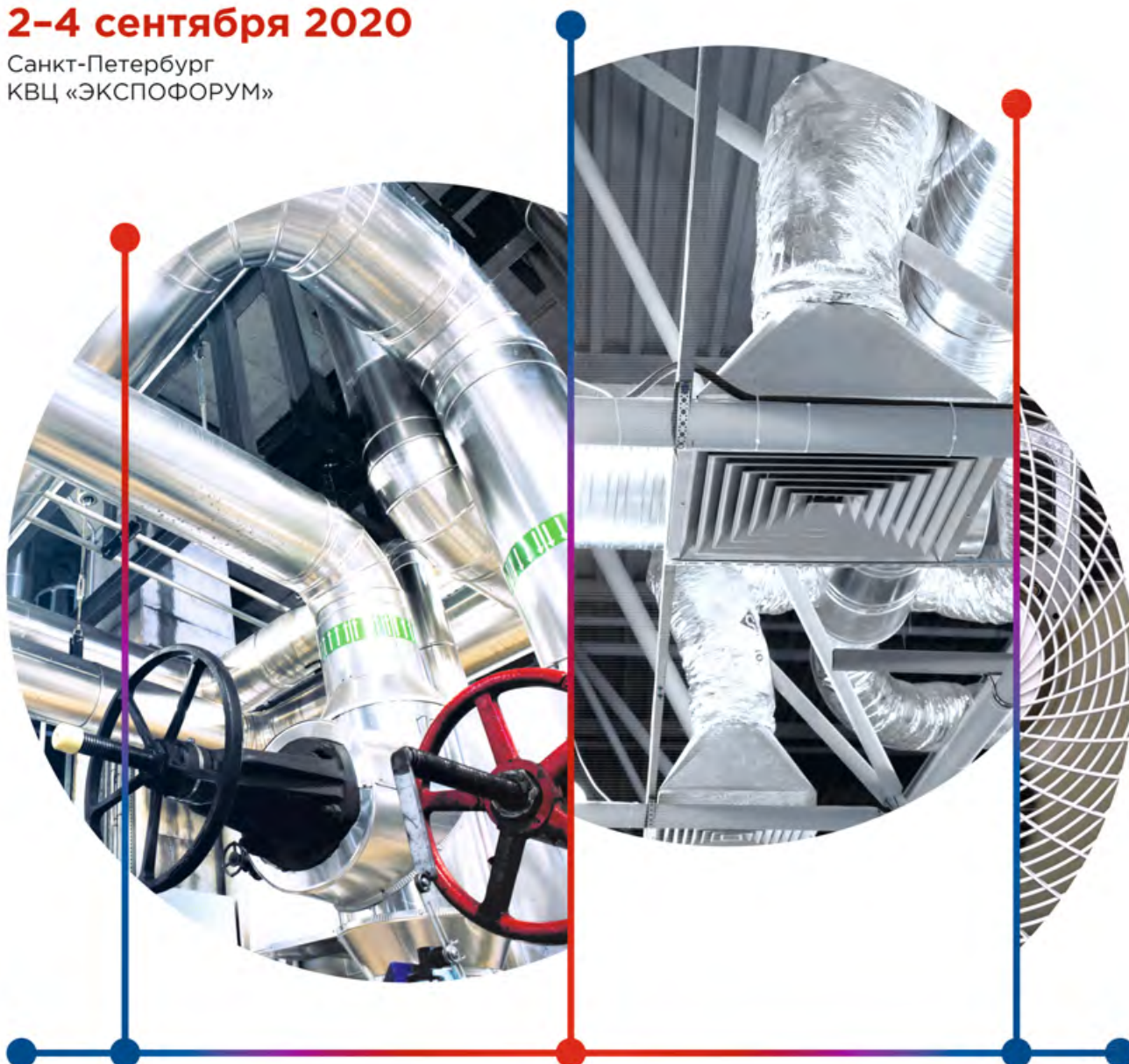
References — see page 63.



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

2-4 сентября 2020

Санкт-Петербург
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»



Отопление



Водоснабжение



Вентиляция



Кондиционирование

Подробнее о выставке:

engineerica.ru

MVK Международная
Выставочная
Компания

Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге

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

12+

Развитие распределённой генерации в мире и в России

Ежегодно во всём мире увеличивается спрос на электроэнергию. По оценкам General Electric, общее годовое мировое потребление электроэнергии вырастет на 24 % с 21 400 ТВт·ч в 2016 году до 26 500 ТВт·ч в 2025-м. Глобальный спрос ежегодно будет увеличиваться на 2,4 %. По другим данным, мировой спрос на электроэнергию к 2040 году увеличится на 62–74 % относительно 2015 года. Электроэнергия станет ключевым энергоносителем XXI века, обеспечивающим современное качество жизни [1].

Авторы: Ю.А. МОРЕВА, М.М. СУРОВЦОВ, Е.А. ПАНОВА, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова (МГТУ, г. Магнитогорск)

В настоящее время происходит постепенная трансформация глобальной энергетики в направлении от централизованной генерации к более децентрализованной. Во многих странах в последнее десятилетие происходит бурное развитие распределённой генерации.

Прогнозы аналитиков компании Navigant Research свидетельствуют о трёхкратном увеличении объёма распределённой генерирующей мощности к 2026 году по сравнению с централизованным энергоснабжением (рис. 1).

Распределённая генерация получила развитие ещё в прошлом столетии, когда в странах Европы и в США появились новые источники электроэнергии — газотурбинные и газопоршневые установки небольшой мощности. В дальнейшем, в связи с обострением экологических проблем из-за глобального изменения климата, а также стремлением многих стран к энергонезависимости, появились возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Толчком также послужил тот факт, что в 2015 году на Парижской конференции COP21, посвящённой климатическим изменениям, руководство 196 стран мира пришло к соглашению «о принятии мер по предотвращению губительного изменения климата». Среди основных пунктов этого соглашения стало подписание документа о поддержке развития возобновляемых источников энергии. В настоящее время возобновляемая энергетика совместно с распределённой генерацией являются важными тенденциями развития мировой энергетики.

На пятой международной конференции Energy Transition Dialogue, посвящённой глобальному переходу на ВИЭ, которая прошла в Берлине в апреле 2019 года,

Распределённая генерация получила развитие ещё в прошлом столетии, когда в странах Европы и в США появились новые источники электроэнергии: газотурбинные и газопоршневые установки небольшой мощности. В дальнейшем, в связи с обострением экологических проблем из-за глобального изменения климата, а также стремлением многих стран к энергонезависимости, появились ВИЭ

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) выступило с докладом «Преобразование глобальной энергетической системы. Дорожная карта до 2050 года». По их словам, через 30 лет долю «зелёного» электричества, производимого в основном солнцем и ветром, можно увеличить до 86 % [2].

Кроме возобновляемых источников, наиболее распространёнными в мировой практике технологиями распределённой генерации энергии являются: технологии на природном газе (ГПД, ГТУ, ПГУ и ТЭ); атомные станции малой мощности (АСММ); микротурбины; газопоршневые агрегаты; двигатели Стирлинга и роторнолопастные двигатели; накопители энергии (химические, инерционные, гравитационные и другие) и т.п.

К распределённой генерации относят источники небольшой мощности. Navigant Research за такие источники принимает ветряные электростанции мощностью до 500 кВт, солнечные электростанции до 1 МВт, газотурбинные до 250 кВт, а также газопоршневые и дизельные электростанции мощностью до 6 МВт.

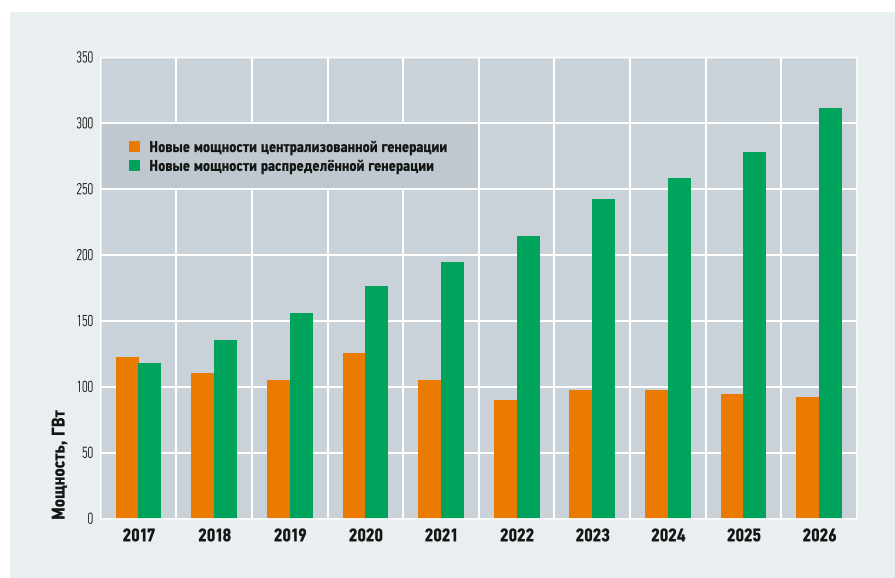


Рис. 1. Прогноз объёма централизованной и распределённой генерации электроэнергии в мире



Пограничные пределы мощностей источников распределённой генерации, по определению Европейского проекта партнёрства в распределённой энергетике (The European Union Dynamical Exascale Entry Platform, EU-DEEP), следующие: ветряные станции — 6 МВт; солнечные станции — 5 МВт; тепловые электростанции (паровые, газовые турбины, поршневые двигатели) — до 10 МВт, микротурбины — до 500 кВт [3].

В настоящее время во многих странах развитие распределённой генерации, в особенности распределённой генерации на ВИЭ, поддерживается на государственном уровне. Переход энергетической системы на новый уровень приводит к устойчивому территориальному развитию, энергетической безопасности, а также позволяет решить глобальные экологические проблемы.

Среди мер, применяемых государствами для поддержки развития распределённой генерации, стоит отметить налоговые льготы, льготное кредитование, создание специализированных фондов, за счёт которых осуществляется финансирование соответствующих научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, утверждение объёмов электрической энергии, которая должна вырабатываться на ВИЭ, и др.

Европа

Потребление первичной энергии в Европе, согласно данным Института энергетических исследований (ИНЭИ) РАН, в период с 2015 по 2040 годы будет снижаться в среднем на 0,5–0,8%. При этом будет наблюдаться рост доли электроэнергии в конечном потреблении энергии.

Европейский союз играет ведущую роль в энергетическом переходе. В 2018 году Европейской комиссией была разработана долгосрочная стратегия достижения климатической нейтральности

к 2050 году. Эту цель поддерживают большинство государств-членов.

В 2019 году совет ЕС принял пакет законов «Чистая энергия для всех европейцев», который является важным шагом на пути к декарбонизированной энергетической системе. Цели, устанавливаемые в нём на 2030 год, достаточно амбициозные. В основном они связаны с развитием энергоэффективности (32,5%) и возобновляемых источников энергии (32%). Особое внимание уделяется солнечной и ветровой энергии. Планируется к концу следующего десятилетия увеличить общую установленную мощность для солнечных фотоэлектрических батарей почти до 500 ГВт, а для ветроэнергетических установок — до величины, превышающей 300 ГВт. Это приведёт к тому, что потоки электроэнергии по сетям значительно возрастут и будут становиться всё более переменными, появится необходимость в развитии сети и в эффективном управлении перегрузкой. С переходом к децентрализации энергетиче-

ских ресурсов широкое распространение получат интеллектуальные счётчики, аккумуляторные батареи, будут внедряться инновационные бизнес-модели, такие как местные энергетические сообщества [4].

В странах Европы в настоящий момент на объектах распределённой генерации получают около 30% всей вырабатываемой энергии. Такой рост объясняется большим желанием европейцев компенсировать нехватку традиционных источников энергии за счёт развития вторичных энергетических ресурсов. Кроме того, распределённая генерация является экономически выгодной, а также позволяет решать очень актуальные для Европы проблемы экологии.

Среди объектов распределённой генерации наиболее пристальным вниманием пользуются объекты на возобновляемых источниках электроэнергии. В результате оценки действующих государственных планов стран Евросоюза по переходу на возобновляемую энергетику аналитики Wood Mackenzie пришли к выводу, что больший объём вырабатываемой электроэнергии к 2030 году будет приходиться на ВИЭ. По их данным, в 2019 году количество электроэнергии, получаемой на солнечных и ветровых электростанциях, превысит объёмы, вырабатываемые на угольных ТЭС. На рис. 2 показан существующий рост доли ВИЭ в энергетическом секторе по годам в период 2010–2018 годов и перспективный. Потребление энергии ветра возрастает с 12% в 2018 году до 26% к 2030-му, а потребление солнечной энергии увеличивается практически в три раза с 4 до 11%. Биомасса почти удваивает свою долю с 6 до 11% при условии, что выработка гидроэлектроэнергии остаётся неизменной [5].

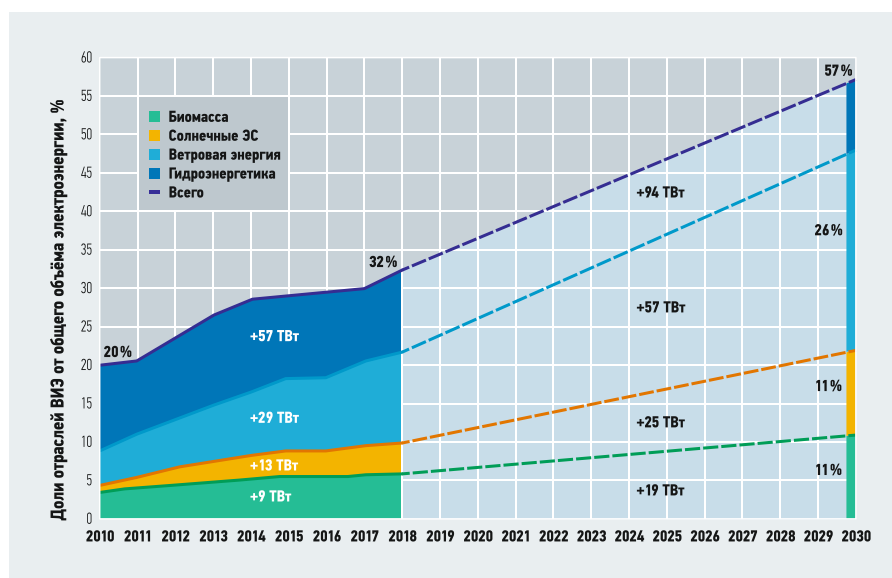


Рис. 2. Прогноз до 2030 года доли ВИЭ в долгосрочной стратегии Еврокомиссии

Источник: The European Power Sector in 2018. Agora Energiewende, agora-energieverdienste

Более 20 национальных исследовательских организаций и университетов Европы (Австрии, Бельгии, Германии, Дании, Греции, Испании, Финляндии, Франции, Италии, Латвии, Нидерландов, Норвегии, Польши, Португалии и Великобритании) включились в интегрированную исследовательскую программу Electra для укрепления и ускорения средне- и долгосрочно-сотрудничества в области малой энергетики, исследования распределённой генерации и ВИЭ. Благодаря координации и сотрудничеству между ведущими исследовательскими инфраструктурами планируется создание принципиально новых подходов к управлению электроэнергией, которые могут обеспечить согласованную работу миллионов устройств с различными техническими характеристиками, с различными масштабами и уровнями напряжения, а также подключение к сети на всех уровнях напряжения.

Германия

В 2000 году в Германии был принят закон о возобновляемых источниках энергии (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG), предусматривающий поощрения генерации электроэнергии из возобновляемых источников. Этот закон явился толчком для введения новой энергополитики. В качестве источника финансирования выступил «зелёный» налог для всех потребителей электроэнергии в стране. В 2010 году была введена в действие государственная программа «Энергоповорот» (Energiewende), главная цель которой — постепенный отказ от углеводородов и атомной энергии в пользу возобновляемых источников энергии на период до 2050 года. Согласно программе доля ВИЭ должна увеличиться до 55%, а выбросы углекислого газа уменьшиться на 55% по сравнению с показателями 1990 года.

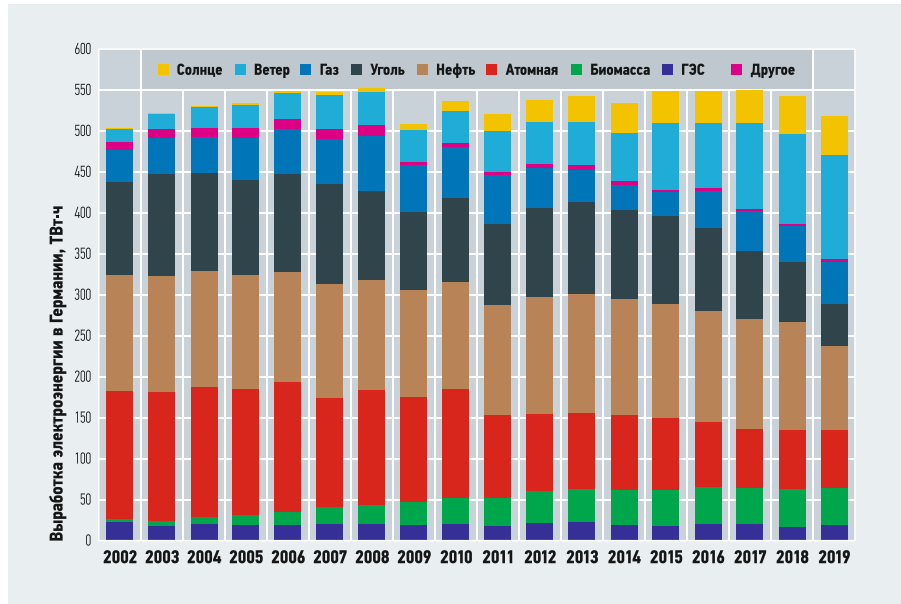


Рис. 3. Ежегодное производство электроэнергии в Германии [7]

В 2016 году начала действие реформа по переходу Германии к «новой» энергетике. В результате государственной поддержки немецкая альтернативная энергетика получила значительное развитие (рис. 3). Так, выработка электроэнергии на ВИЭ возросла с 38 ТВт·ч в 2000-м до 217 ТВт·ч в 2017 году [6].

Атомные станции Германии почти вдвое сократили свою выработку, а станции, которые работают на каменном угле, — в полтора раза. Действующие в настоящее время семь атомных электростанций планируется последовательно закрыть к концу 2022 года. После закрытия шахт Prosper-Haniel и Ibbenbüren добыча каменного угля в стране прекратилась. Только лигнит до сих пор практически сохраняет свои мощности в энергетике. Согласно прогнозам EU Reference Scenario 2016, Energy, transport & GHG emissions trends to 2050 (июль 2016) угольные мощности в Германии к 2030 году сократятся с 45 ГВт в 2016 году до 36,8 ГВт в 2030-му. Газовая генерация, несмотря на

свою растущую экологичность, пользуется наименьшим спросом. Причиной тому служит тот факт, что стоимость газовой генерации превышает угольную.

Несмотря на то, что генерация электроэнергии из ВИЭ постоянно растёт, энергетический сектор Германии сталкивается с рядом проблем. Эти проблемы зачастую связаны со стоимостью энергии. Так, в солнечную и ветреную погоду стоимость энергии, полученной с ветрогенераторов и солнечных батарей, резко снижается, а иногда даже уходит в минус. В то же время в пасмурную безветренную погоду сильно возрастают цены на энергию от традиционных источников. И это оправданная мера, так как на пиках генерации ВИЭ владельцы поддерживающих мощностей вынуждены продавать свою энергию в минус или останавливать объекты. Угольным и газовым станциям приходится работать на «втором плане» после «зелёных» электростанций, в результате они очень часто работают не в полную мощность, из-за чего увеличивается их срок окупаемости.

Данная ситуация в Германии приводит к тому, что вместо совместной слаженной работы источников энергии они постоянно конкурируют друг с другом.

В качестве решения таких проблем в стране видят использование «виртуальных электростанций» (ВЭ) как цифрового сообщества децентрализованных генераторов и потребителей. Примером служит проект немецкой энергетической компании RWE, в результате которого в ВЭ объединили возобновляемую генерацию на территории Рейнско-Рурского региона. Благодаря разработкам Siemens, используемым в проекте, в регионе появились свободные мощности, которые RWE продаёт на Европейской энергетической бирже (European Energy Exchange).



Важной особенностью является тот факт, что в торговле электроэнергией участвует генерация на базе ВИЭ, размещённых у бытовых потребителей [8].

Ещё одним положительным примером служит деревня Вильдпольдсрид, которая в 2011 году выиграла тендер на



участие в эксперименте Siemens. В результате проведённых в этой деревне исследований выяснилось, что ветрогенераторы являются самыми мощными производителями энергии, на втором месте оказались биогазовые установки, на третьем — солнечные батареи. При проведении эксперимента была создана система, благодаря которой появилась возможность балансировать колебания напряжения в электросети от альтернативных источников и сократить время холостой работы генераторов. Полученная и накопленная энергия подавалась либо на нужды населения, либо, если в этом возникала необходимость, в общую энергетическую сеть Германии.

Стоит отметить, что в Германии преобладает распределённый режим ВИЭ. При этом распределённая фотоэлектрическая генерация электроэнергии составляет более 95%, а распределённая ветроэнергетика достигает более 85% от общей выработки энергии из соответствующих источников.

Наибольшая концентрация ВИЭ наблюдается в северных федеральных землях, а также в Северном и Балтийском морях, то есть далеко от основных центров нагрузки, которые в основном расположены на юге страны. С учётом существующих в Германии ветровых ресурсов для северных штатов предпочтительнее

централизованное развитие ветроэнергетики. Южные регионы страны, где находятся основные центры нагрузки, характеризуются высокими мощностями солнечной энергии. Солнечные электростанции здесь в основном являются объектами распределённой генерации.

Испания

В Национальном комплексном плане в области энергетики и климата на 2021–2030 годы, утверждённом правительством Испании в начале 2019 года, отмечается, что к 2030 году необходимо увеличить долю возобновляемых источников энергии в энергобалансе страны до 74%. Весной 2019 года вышло Положение о собственном потреблении, основной идеей которого является активизация рынка фотоэлектрических систем. В настоящее время владельцы малых солнечных установок (до 100 кВт) имеют право получить вознаграждение за избыточную электроэнергию и поделиться «лишней» энергией внутри жилищного сообщества.

От угля Испания отказываться не спешит. В настоящее время 15–20% всей электроэнергии вырабатывается на угольных электростанциях страны. Государство поддерживает отечественную угольную промышленность, потому что она является работодателем для почти 4000 человек. За сохранение мощностей хозяева угольных ТЭЦ получают выплаты в качестве поддержки от государства

Темп роста распределённой генерации в Испании значительно вырос в конце 2018 года после уменьшения пошлин за собственное потребление.

На солнечную энергию делается ставка и в сценарии энергетической трансформации, представленном испанским правительством в докладе «Комитета экспертов». В одном из макросценариев развития, который называется «сценарием распределённой генерации» (Distributed Generation Scenario, DG), прогнозируется значительный рост распределённой генерации на основе ВИЭ в сочетании с системами хранения энергии. При этом ожидается увеличение объёма солнечной генерации к 2030 году до 31–77 ГВт [9].

Действующие в настоящее время пять атомных электростанций планируется вывести из строя за период с 2023 по 2028 годы. Семь из 15 действующих угольных электростанций должны быть закрыты в 2020 году в соответствии с рекомендациями Евросоюза. На их место в энергетическом секторе планируется внедрить объекты возобновляемой энергетики.

Однако от угля Испания отказываться не спешит. В настоящее время 15–20% всей электроэнергии вырабатывается на угольных электростанциях страны. Государство поддерживает отечественную угольную промышленность, потому что она является работодателем для почти 4000 человек. За сохранение мощностей хозяева угольных ТЭЦ получают выплаты в качестве поддержки от государства.

Королевский указ-закон №244/2019 регулирует административные, технические и экономические условия поставки электроэнергии в отношении производства энергии и собственного потребления.

Согласно этому указу устанавливается два типа модели самопотребления:

1. Способы снабжения с самостоятельным потреблением без излишков. Когда установленные физические устройства предотвращают попадание избыточной энергии в транспортную или распределительную сеть.

2. Условия снабжения с самостоятельным потреблением с излишками. Когда генерирующие установки могут, в дополнение к поставке энергии для собственного потребления, вводить избыточную энергию в транспортные и распределительные сети.

В 2018 году примерно 2% электроэнергии в Испании производилось за счёт собственного потребления. Утверждение королевского указа №244/2019 послужило сильным толчком для роста установленной мощности для собственного потребления.

Великобритания

Общая установленная генерирующая мощность в Великобритании в 2017 году составила 81 ГВт. Структура установленной генерирующей мощности в 2017 году представлена на рис. 4.

Энергетическая политика правительства Великобритании направлена на переход к низкоуглеродной энергетике. В соответствии с этим к 2025 году планируется полностью отказаться от угольной генерации. С этой целью осуществляется планомерное сокращение доли угля в общем объёме производства электроэнергии — с 30% в 2014 году до 6,7% в 2017-м. Сокращение выполняется путём полного вывода угольных ТЭС из эксплуатации или перевода их биотопливо.

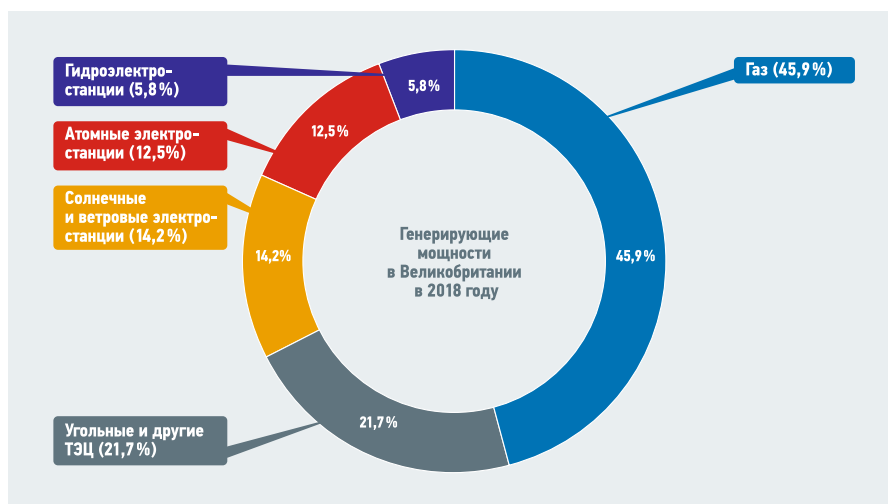


Рис. 4. Структура установленной генерирующей мощности в 2018 году в Великобритании

Источник: Ассоциация «НП Совет рынка», np-sr.ru



National Grid Electricity System Operator в партнёрстве с компанией SP Energy Networks (SPEN) и TNEI разрабатывают проект Distributed ReStart. Целью данного проекта является исследование роли распределённых энергетических ресурсов (DER) в Великобритании в восстановлении энергии в случае полного или частичного отключения Национальной системы передачи электроэнергии. По мнению участников, преимущество DER состоит в том, что они обеспечивают более «чистую» и экологичную альтернативу производству электроэнергии. Предполагается, что проект Distributed ReStart впервые продемонстрирует возможность координации снизу вверх от распределительных сетей до уровня передачи для обеспечения безопасного и эффективного сервиса Black Start. Black Start — это процесс восстановления питания потребителей после отключения электроэнергии. Проблема, решаемая в проекте, заключается в том, как объединить коор-

динацию, коммерческую и нормативную базу и решения в области энергетики для достижения Black Start от DER [10].

Италия

Министерством экономического развития Италии в 2019 году был разработан проект Национального энергетического и климатического плана на 2030 год. Среди целей данного проекта — увеличение доли солнечной энергии в энергобалансе страны к 2030 году более чем в два раза по сравнению с 2018 годом.

Мощность угольных ТЭС в стране составляет около 15%. Эта величина остаётся практически постоянной в течение последних нескольких лет. В настоящее время в Италии действуют 11 электростанций на угле, однако у многих из них в скором будущем заканчивается срок эксплуатации. В Италии разработаны интегрированные системы, которые оптимизируют местное производство и потребление энергии. Энергоэффективные

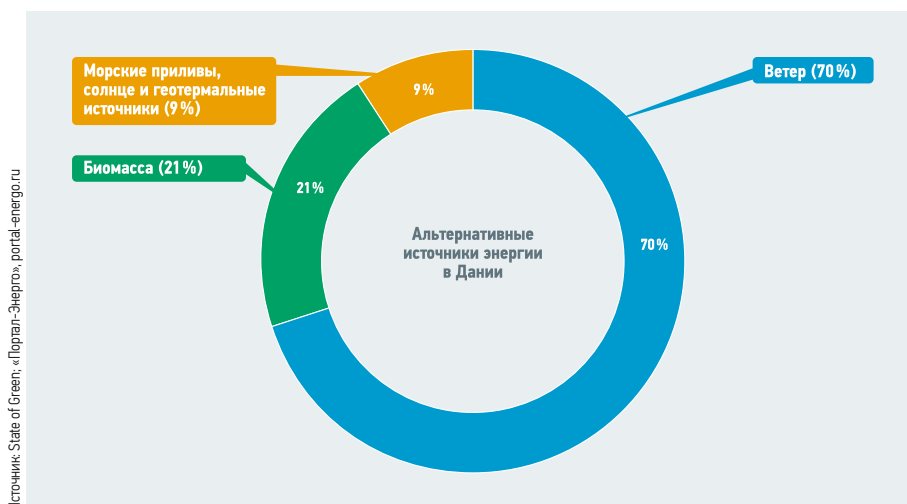
виды потребления возможны только благодаря объединению нескольких людей (например, домохозяйств) в сообщество развитых потребителей.

Для этой цели в Италии созданы Regalgrid платформы. Regalgrid делает возможным цифровое соединение различных элементов системы, чтобы максимизировать потребление электроэнергии сообществом пользователей. Это может быть

Целью проекта National Grid Electricity System Operator является исследование роли распределённых энергетических ресурсов (DER) в Великобритании в восстановлении энергии в случае полного или частичного отключения Национальной системы передачи электроэнергии. По мнению участников, преимущество DER состоит в том, что они обеспечивают более «чистую» и экологичную альтернативу производству электрической энергии

достигнуто с помощью облачного программного обеспечения, интегрированного в устройство под названием Smart Node Control Unit (SNOCU), которое может быть подключено к инверторам, батареям и интеллектуальным счётчикам, которые уже доступны на рынке.

Интересно, что, несмотря на свою эффективность и прибыльность, это решение не полностью применимо в стране, где оно было разработано. Причиной этого в основном послужил тот факт, что в Италии практически отсутствует законодательство, регулирующее распределение энергии среди пользователей.



Источник: State of Green, «Портал-Энерго», portal-energo.ru

Рис. 5. Использование альтернативных источников энергии в Дании

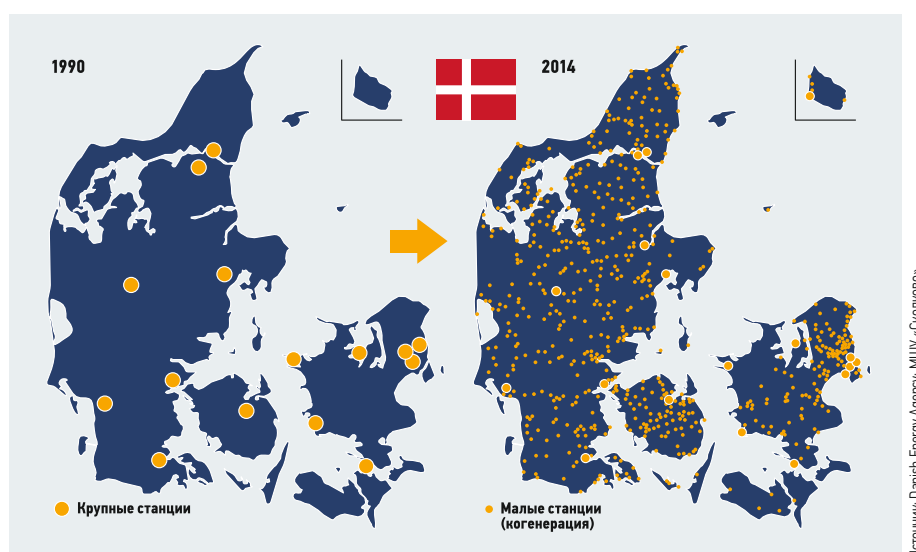
Дания

В этой европейской стране одним из главных приоритетов развития энергетики, согласно датской государственной программе, является строительство объектов малой энергетики. Реализация программы привела к тому, что на распределённую генерацию приходится более 50% общего объёма электроэнергии, производимой в стране. В настоящем году планируется получить 33% от ВИЭ. К 2040 году Дания планирует достичь 85% возобновляемых источников энергии, а к 2050-му полностью отказаться от ископаемого топлива [11]. Крупнейшая энергетическая компания Дании — DONG Energy — ищет способы использования избыточной энергии для создания большей выгоды для своих потребителей.

Дания считается мировым лидером в области ветроэнергетики (рис. 5). Её не зря называют «Страной ветров». Всем известно, что протяжённость береговой линии Дании составляет более 7300 км.

В последнее время наметилась тенденция перехода с материковой ветроэнергетики на морскую. Это обусловлено тем, что Дания, являясь небольшой по территории страной, имеет высокую плотность населения, и большое количество наземных ветрогенерирующих установок мешает жителям и «засоряет» полезные площади. Известно, что офшорные ветровые электростанции по сравнению с материковыми обеспечивают более высокую выработку на ту же установленную мощность. Планируется к 2030 году сократить число наземных ветроустановок с 4300 штук (на 2019 год) до 1850.

Скандинавское государство поддерживает также и развитие биоэнергетики. Датским правительством выделяется \$537 млн на производство биогаза и других «зелёных газов» [12].



Источник: Danish Energy Agency, MLU «Сколково»

Рис. 6. Децентрализация энергетики в Дании на основе распределённой когенерации

На долю солнечной энергетики в Дании в 2018 году пришлось всего 2,8%. Однако, по мнению Организации энергетических компаний Дании Dansk Energi, увеличение в 2018 году на 25% количества электроэнергии, вырабатываемой на солнечных электростанциях, по сравнению с 2017 годом заслуживает похвалы. Выработка фотоэлектрической солнечной

В последнее время в Дании наметилась тенденция перехода с материковой ветроэнергетики на морскую. Офшорные ветровые электростанции по сравнению с материковыми обеспечивают более высокую выработку на ту же установленную мощность. Планируется к 2030 году сократить число наземных ветроустановок с 4300 штук (на 2019 год) до 1850

энергетики выросла с 768 ГВт·ч в 2017 году до 961 ГВт·ч в 2018 году.

Практикуемая в Дании система мер поддержки мини-ТЭЦ весьма способствовала тому, что за последние десятилетия в стране появилось несколько сотен небольших энергоцентров на природном газе и биомассе (рис. 6) [3]. Следует отметить, что «энергетический переход» в Дании начался с нефтяных шоков 1970-х годов. Этот переход потребовал координации между правительством, сетевым оператором и коммунальными службами. В Дании был разработан пилотный проект управления, демонстрирующий способность локальной системы объединять и управлять распределённой генерацией по передающей сети.

США

Основным источником электроэнергии в США являются тепловые электростанции, работающие на угле. Однако доля вырабатываемой ими энергии в общей генерации уменьшается. В 17 штатах ВИЭ по производительности опередили угольные электростанции. В период с 2011 по 2016 годы в США более 61 ГВт угольной генерации было сокращено. Одной из главных причин такого сокращения явилось ужесточение норм по защите окружающей среды. Выведение из эксплуатации объектов угольной энергетики будет продолжаться. Так, к 2030 году планируется сократить ещё 65 ГВт мощностей.

Согласно статистике Управления энергетической информации (Energy Information Administration, EIA) Минэнерго США, в половине штатов большее количество энергии вырабатывается на возобновляемых источниках энергии, а не на атомных электростанциях, в 30% штатов ВИЭ опережают и угольные электростанции.

США занимает лидирующие позиции в мире по установленной мощности возобновляемой энергетики (второе место после Китая в 2018 году): по биоэнергетике (16,2 ГВт), по ветровой энергетике (96 ГВт), по гидро- (80 ГВт) и солнечной энергетике (62 ГВт). В 2019 году планируется введение в эксплуатацию 23,7 ГВт, из которых 66% придётся на ВИЭ (рис. 7) [13]. В 2018 году на США пришлось более 60% всех мировых покупок «зелёной» энергии корпорациями. В тот период договоры подписали на 8,5 ГВт энергии. Эта цифра оказалась в три раза больше, чем показатель 2017 года.

Стоит отметить, что 2,6 ГВт приобрела компания Facebook, около 0,8 ГВт — мобильный оператор AT&T. Даже углеводородная компания ExxonMobil для обеспечения своих нужд купила в штате Техас 0,575 ГВт солнечной и ветряной энергии. В том же году отличительной особенностью американского энергетического рынка стало то, что на нём появились небольшие покупатели. Так, одна треть всего объёма купленной энергии была приобретена 34 новыми компаниями [14].

В сфере возобновляемой коммунальной энергетики первыми стали объединения, называемые «энергетическими кооперативами». Деятельность таких объединений направлена на совместное владение и совместную эксплуатацию возобновляемыми энергоресурсами. Несмотря на то, что основной объём мощностей в США остаётся за крупными энергетическими предприятиями, уже более 70% общего числа проектов в области солнечной коммунальной энергетики занимают энергосистемы, которые являются собственностью кооперативов. Ассоциация энергетических кооперативов

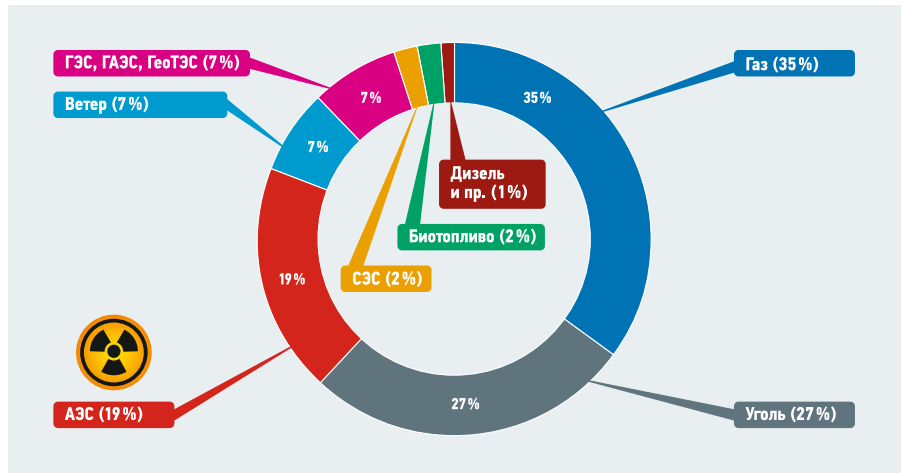


Рис. 7. Структура установленной генерирующей мощности в США в 2018 году

Touchstone насчитывала на 2017 год уже 750 членов. По данным этой ассоциации энергетические кооперативы распространены в 46 штатах.

По данным Министерства энергетики США, в 2007 году в стране эксплуатировалось около 12 млн установок малой распределённой генерации (единичной мощностью до 60 МВт) общей установленной мощностью свыше 220 ГВт. По данным различных источников эта мощность постоянно растёт, набирая порядка 5 ГВт в год (рис. 8).

В сфере возобновляемой коммунальной энергетики первыми стали объединения, называемые «энергетическими кооперативами». Деятельность таких объединений направлена на совместное владение и совместную эксплуатацию возобновляемыми энергоресурсами

Стоит отметить, что представительства крупных компаний (Apple, Google, BMW, Walmart) свои нужды в электроэнергии восполняют с помощью собственных генерирующих мощностей. При этом используются газ, биогаз, топливные элементы и солнечная энергия. Однако, по данным EIA, суммарно доля самостоятельной генерации в США не превышает 5% от показателей в отрасли [15].

Также EIA в 2019 году в своём прогнозе энергетического развития отметило, что наиболее предпочтительными технологиями генерации в США будут фотоэлектрическая солнечная энергетика и комбинированная газовая генерация (рис. 9). По мнению управления Минэнерго США, ветроэнергетика конкурентоспособна лишь в отдельных регионах, а угольная и атомная энергетика экономически непривлекательна. Штат Калифорния занимает лидирующие позиции в области внедрения технологий распределённой генерации. Этот штат является самым большим рынком для солнечных батарей, «умных» счётчиков и электромобилей. Калифорния стремится к 2045 году полностью перейти на безуглеродную энергию. При этом планируется, что рост распределённой генерации будет поддерживаться на государственном уровне.

В соответствии с планом энергетической трансформации, разработанным в 2017 году Гавайской электрической компанией (HECO), к 2040 году штат Гавайи должен полностью перейти на ВИЭ. В настоящее время полным ходом идёт трансформация ряда островных сетей, работающих на дорогой импортной нефти. На этом тихоокеанском острове планируется внедрить целый набор политических реформ, направленных на предоставление распределённой генерации для сетевых услуг и клиентов в качестве «потребителей» энергии и участников сети.

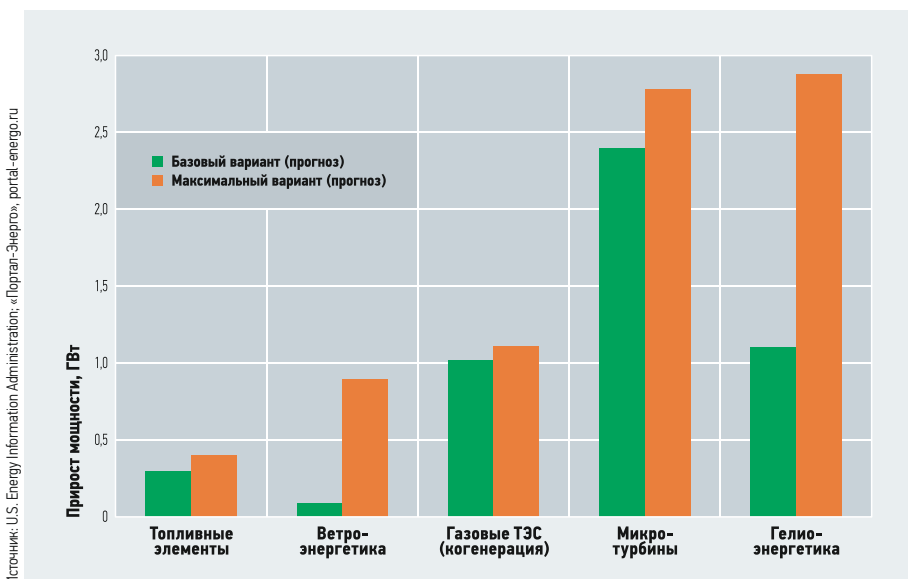


Рис. 8. Рост мощностей в распределённой энергетике США в коммерческом секторе к 2035 году

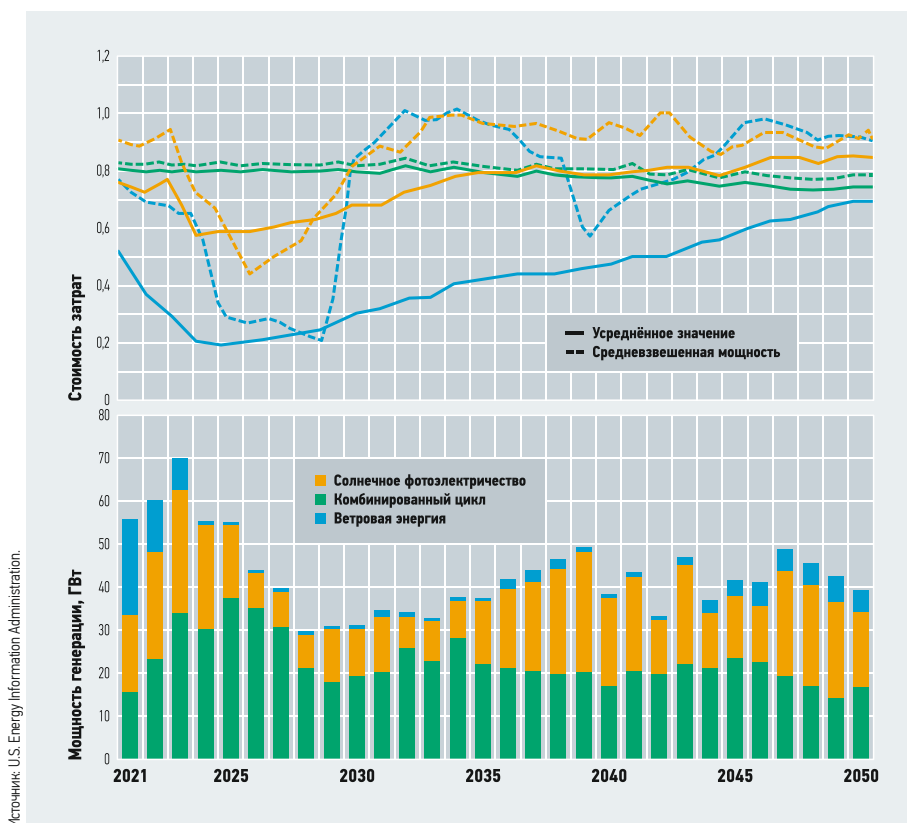


Рис. 9. Соотношение стоимости затрат и изменение мощности выбранных технологий генерации

В соответствии с проектом «Новый зелёный путь», реализация которого началась в Нью-Йорке, к 2030 году планируется 70% энергетической мощности города перевести на возобновляемые источники энергии, к 2040-му провести полную декарбонизацию электрической системы штата, а к 2050 году почти полностью устранить углеводородное топливо из всей экономики Нью-Йорка.

EIA в 2019 году отметило, что предпочтительными технологиями генерации в США будут фотовольтаическая солнечная энергетика и комбинированная газовая генерация. По мнению Минэнерго США, ветроэнергетика конкурентоспособна лишь в отдельных регионах, а угольная и атомная энергетика экономически непривлекательна

В прошлом году в штате Массачусетс был принят законопроект об энергетике, который создал новую политику, стимулирующую рост распределённой генерации в штате. В штате введён «полный пиковый стандарт» (Clean Peak Standard), который гарантирует, что в часы пик электричество поступает из «чистых» источников, а также Solar Massachusetts Renewable Target (SMART), которая стимулирует как выработку, так и накопление солнечной энергии.

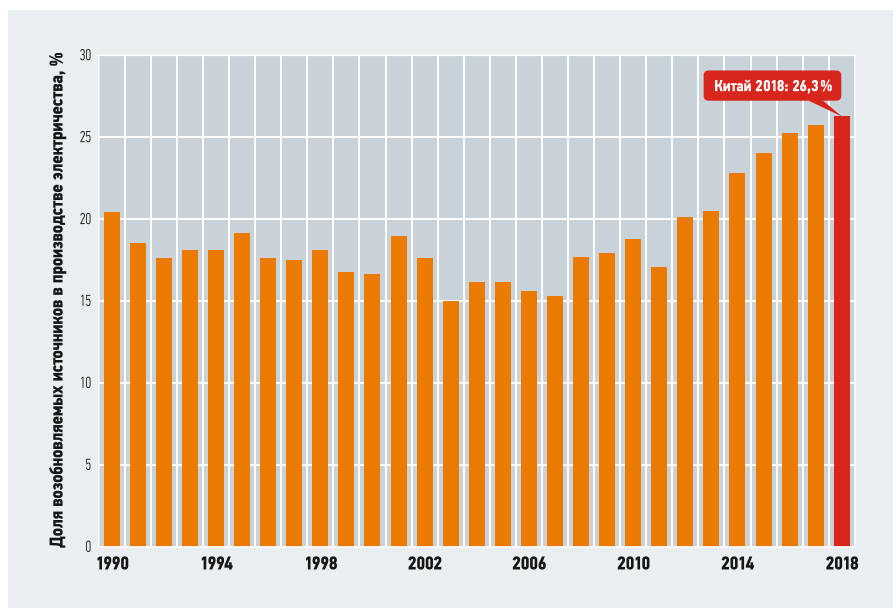


Рис. 10. Динамика получения электрической энергии с использованием возобновляемых источников в период 1990–2018 годов

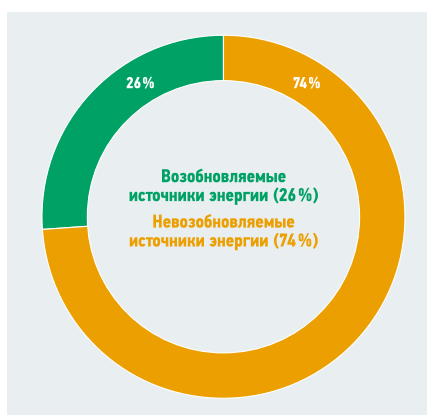


Рис. 11. Доля возобновляемых источников в производстве электричества за 2018 год

Благодаря новаторским усилиям регионального сетевого оператора ISO New England в штате Массачусетс оказалось возможным участие распределительной генерации в оптовых энергорынках [16].

Китай

В настоящее время КНР является самым энергопотребляющим государством. По данным 2017 года, 69,6% общего объёма генерации электроэнергии приходится на угольную энергетику. Однако при этом в стране наблюдается ряд проблем, таких как нехватка сырья на внутреннем рынке, низкая эффективность угольной генерации, высокий уровень выбросов CO₂ и недостаточно эффективная система управления. Эти проблемы способствовали тому, что китайское правительство приняло решение изменить систему энергоснабжения, основанную на угольной генерации. Поэтому в последнее время особое внимание в стране уделяется развитию возобновляемых источников энергии для изменения энергетического

баланса и внедрения системы распределённой генерации. В целом, уже начиная с 1990 года наблюдается рост доли возобновляемых источников в производстве электрической энергии (рис. 10, 11) [17].

В 1912 году была построена первая в КНР гидроэлектростанция на реке Тхан-ланг Чуан. В период 1949–1960 годов строятся ГЭС на водохранилищах малого и среднего размера. С открытием страны внешнему миру в 1978 году и с появлением зарубежных технологий в Китае стали проектироваться и строиться более крупные и технологически сложные гидроэлектростанции.

В 2011 году на долю станции пришлось около 2% всей генерации КНР или около 98,1 ГВт·ч электроэнергии (14% от всей генерации китайских ГЭС). В 2013 году прирост мощностей гидроэлектростанций составил 30,5 ГВт. В конечном итоге в практическом выражении производительность гидроэнергии в китайском государстве выросла с 0,5 МВт в 1912 году до 77 ГВт в 2000 году [18].

Таким образом, гидроэнергетика в настоящее время занимает доминирующее положение в секторе возобновляемых источников энергии Китая. На долю ГЭС приходится 18% всей генерации электроэнергии в КНР.

Помимо развития водной энергетики широкое распространение в Китае получило использование энергии ветра. В 1986 году Государственный авиационный департамент КНР построил первую ветроэлектрическую установку в провин-

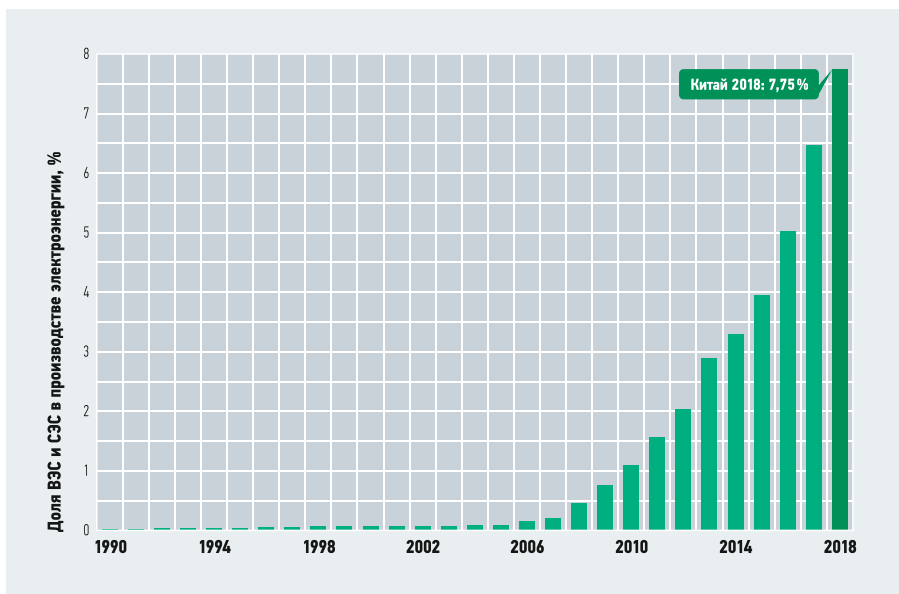


Рис. 12. Динамика получения электрической энергии с помощью энергии ветра и солнца в период 1990–2018 годов

Источник: «Статистический ежегодник мировой энергетики 2019». Eneadata, yearbook.eneadata.ru



ции Шаньдун. Это придало мощный толчок развитию ветроэнергетики, и с каждым годом мощности устанавливаемых ветрогенераторов возрастают.

В начале XXI века Комиссия по национальному развитию и реформам выпустила план по стимулированию внутреннего производства оборудования для ветроэнергетики, вследствие чего к 2012 году Китай стал лидером в этой области, выйдя на производительную мощность в 63 млн кВт.

Активное распространение в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК) Китая в последние годы получило развитие солнечной энергетики. В 2009 году была принята программа «Золотое солнце», которая предусматривает введение в экономический оборот пустынных земель на западе, севере и в центре Китая. За короткий промежуток времени Китай показал выдающийся рост в развитии солнечной

энергетики, позволивший уже в 2012 году занять лидирующую позицию в мире по производству солнечных панелей.

В целом, за период 1990–2018 годов использование ветряных и солнечных установок позволило нарастить долю производства электроэнергии с нулевого уровня до 7,8% (рис. 12). А в планах правительства КНР довести этот показатель до уровня в 15% и более [19].

Для Китая характерны два ключевых фактора развития возобновляемой энергетики и распределенной генерации: изменение климата и стремление к обеспечению энергетической безопасности государства. Страна достаточно продолжительное время испытывает серьезные проблемы с загрязнением воздуха. Этот фактор, как следствие, приводит к тому, что частные инвесторы начинают активнее вкладывать средства в развитие возобновляемой энергетики.

В начале 2006 года был принят «Закон о возобновляемых источниках энергии», который требовал от сетевых энергетических компаний включения всех возможных возобновляемых источников энергии, за исключением случаев, связанных с проблемами сетевой безопасности. При этом приобретению возобновляемой энергии был отдан высокий приоритет при составлении ежегодного годового плана выработки электроэнергии. Всё это привело к тому, что к 2018 году план XIII пятилетки, согласно которому в 2020 году страна должна была достичь выработки 105 ГВт солнечной энергии, был перевыполнен (уже к концу 2017 года в КНР вырабатывалось более 130 ГВт). В результате Национальная комиссия развития и реформ, совместно с Министерством финансов и Национальной энергетической администрацией, в 2018 году приняли решение прекратить выдачу квот на строительство промышленных солнечных электростанций, а для провинций запретили выдавать даже разрешения на их строительство. Стоит отметить, что в текущем году также предусмотрено сокращение объема вновь вводимых мощностей распределенной генерации до 10 ГВт.

По мнению специалистов, причинами такого поведения китайских властей [20] являются возросший дефицит государственного фонда поддержки развития ВИЭ, финансируемого потребителями энергии, который достиг \$14,1 млрд, а также переизбыток электроэнергии в стране, который привёл к значительному снижению коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) «традиционных» электростанций.

Лидерство Китая по производству ветровых турбин и солнечных панелей приводит к переизбытку предложения из-за недостающего спроса. Из-за нехватки электросетей для транспортировки и ненадёжности поставок энергии из возобновляемых источников энергии Китаю не удастся реализовать свой потенциал в области ветровой и солнечной энергетики.

При современной дешевизне угля маловероятен отказ от данного вида топлива в краткосрочной перспективе. Тем не менее, тенденция к увеличению использования менее вредных возобновляемых источников энергии укрепляет своё положение, учитывая государственный курс и различные госпрограммы по развитию «нетопливных» видов энергоресурсов.

Важным представляется системный подход при диверсификации источников энергии и стремлении снизить негативное влияние на экологию, а именно рассмотрение всей энергетической системы в комплексе, начиная от строительства дополнительных мощностей и заканчивая транспортировкой выработанной энергии до конечного потребителя.

Распределённая генерация в России

Развитие энергетики в России на протяжении XX века проходило путём централизации и укрупнения электростанций, которые преимущественно сооружались рядом с крупными водоёмами или местами добычи топлива. Мощность электростанции определяла стоимость её сооружения — чем мощнее станция, тем дешевле было её строительство (из расчёта на 1 кВт установленной мощности). Исключение составляли крупные ТЭЦ, возводимые вблизи потребителей тепловой и электрической энергии. Следует отметить, что Россия быстро стала одним из мировых лидеров по доле мощности ТЭЦ в общей мощности тепловых электростанций, поэтому развитие теплофикации шло методом когенерации. Передача электрической энергии в таком случае осуществлялась с использованием высокого напряжения (220 кВ и выше) в целях минимизации потерь по магистральным электрическим сетям. В такой ситуации резервным источником питания от энергосистемы обеспечивались в основном крупные потребители.

В то же время, уже в 1940–1950 годы получило широкое распространение использование малых ТЭЦ с турбинами единичной мощностью 0,5–6 МВт. Всего же за 30 лет в СССР было построено около 7000 малых ГЭС и десятки тысяч ветроустановок единичной мощностью до 100 кВт [21].

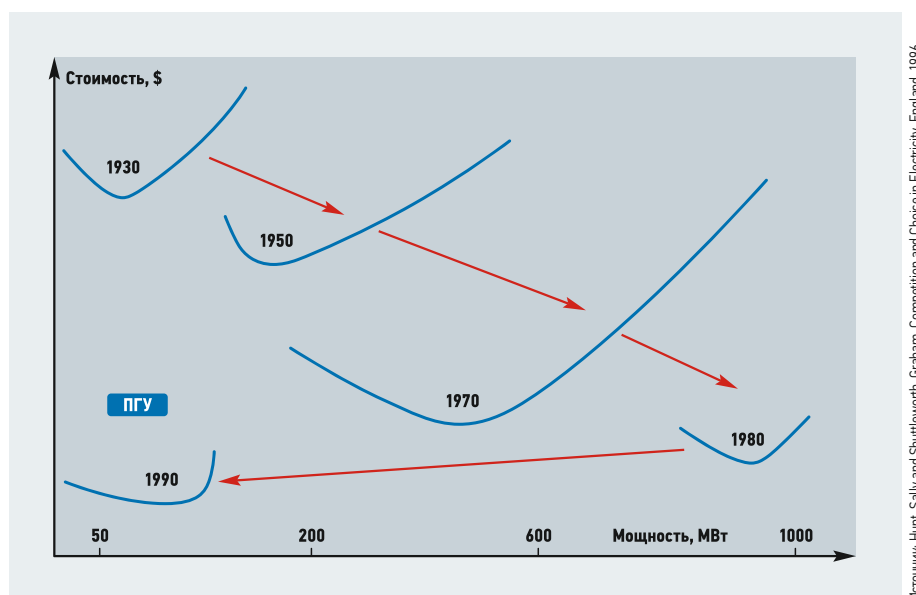


Рис. 13. Иллюстрация действия эффекта масштаба (и его исчерпания) в стоимости сооружения газовых ТЭС в 1930–1990 годах в зависимости от их мощности

Как показало исследование [22], к концу прошлого столетия эффект масштаба перестал работать так эффективно, как это было ещё в 1950-х годах (рис. 13). Определённую роль в этом процессе сыграл нефтяной кризис 1970-х годов, резко повысивший интерес стран-импортёров энергоресурсов к новым энергоэффективным технологиям производства электрической энергии.

Особенностью развития распределённой генерации в современной России является её внедрение в первую очередь по инициативе потребителей и без государственных субсидий. Основными инициаторами внедрения распределённой генерации в РФ являются промышленные предприятия

В сложившейся ситуации в РФ, имевшей крупнейшую централизованную энергосистему в мире, к концу XX века начался процесс её децентрализации. По данным [22], уже в 1990-х годах «Газпром» начал инвестировать в создание малых электростанций для своих уральских компаний и в производство оборудования для них на российских предприятиях. К началу 2010-х, когда стоимость электроэнергии и стоимость подключения к электросетям возросли, строительство собственных энергоцентров приняло широкий масштаб — от домохозяйств до крупных промышленных компаний (включая добычу и переработку нефти и газа).

Особенностью развития распределённой генерации в современной России является её внедрение в первую очередь по инициативе потребителей и без государственных субсидий. В 2014 году на конференции Russia Power 2014 [23] представители ОАО «СО ЕЭС» и Российский национальный комитет Международного Совета по электрическим системам высокого напряжения обсуждали проблемы развития малой и распределённой генерации. Было отмечено, что основными инициаторами внедрения распределённой генерации в РФ являются промышленные предприятия, рассматривающие собственную генерацию как эффективный способ снижения затрат и решения проблем с подключением к электросетям.

Также профессором А.В. Паздериним было отмечено, что «объекты генерации малой мощности в России в основном работают на природном углеводородном топливе — природном газе, дизельном или нефтяном попутном газе, дизельном топливе и мазуте, в то время как за рубежом они создаются на базе ВИЭ» [23].

Развитие собственной генерации можно объяснить более низкой стоимостью производства электроэнергии по сравнению с её покупкой из внешних источников. Это связано в том числе с тем, что в качестве топлива в данном случае используются побочные продукты основного производства. Также внедрению источников распределённой генерации способствует постоянное увеличение тарифов на электрическую энергию (рис. 14) и общий рост потребности в электроэнергии в совокупности с появлением соответствующей технологической базы.

Государство, со своей стороны, стимулирует развитие распределённой генерации, ужесточая экологические требования. Так, к 2014 году существенная доля генерирующих источников малой мощности была внедрена на предприятиях нефтегазовой отрасли, которые стремились решить весьма насущную проблему утилизации попутного газа.

Все существующие в настоящее время в России генерирующие мощности, которые относятся к распределённой генерации, можно разделить на три группы: источники электрической (реже тепловой) энергии крупных промышленных предприятий (блок-станции); ТЭЦ; объекты малой и средней генерации, в число которых входят газотурбинные и газопоршневые станции, а также электростанции, работающие на ВИЭ.

Данные Росстата свидетельствуют о незначительном, но постоянном росте доли электроэнергии, вырабатываемой в стране на объектах распределённой генерации, в общем объёме производства электрической энергии — в 2016 году их доля составила 4,7%. При этом стоит отметить, что доминирующими производителями в данном случае являются блок-станции, расположенные чаще всего на территории или вблизи от промышленных предприятий и находящиеся в собственности (в аренде) у их владельцев. Объекты малой и средней генерации в России также не стоят на месте. Данные по производству электрической энергии на источниках распределённой генерации за период с 2010 по 2016 годы свидетельствуют о росте объёма выработки электроэнергии на таких объектах. Так, их доля в общем объёме за указанный период увеличилась до 25%.

По оценкам экспертов [25], суммарная установленная мощность объектов распределённой генерации в РФ (без ВИЭ) составляет около 17,5–18 ГВт, что соответствует 8% от общей установленной мощности и представляет собой 38 тыс. объектов распределённой генерации. Для функционирования систем распределённой генерации используются различные технологии [26]: малые газотурбинные установки, микротурбины, поршневые двигатели, солнечные батареи, ветровые генераторы и топливные элементы.

Сегодня источники распределённой генерации используются в основном в качестве резервных источников для аварийного электроснабжения. Также их применяют в сети для покрытия пиковой нагрузки, регулирования напряжения, в качестве источников реактивной энергии и для когенерации.

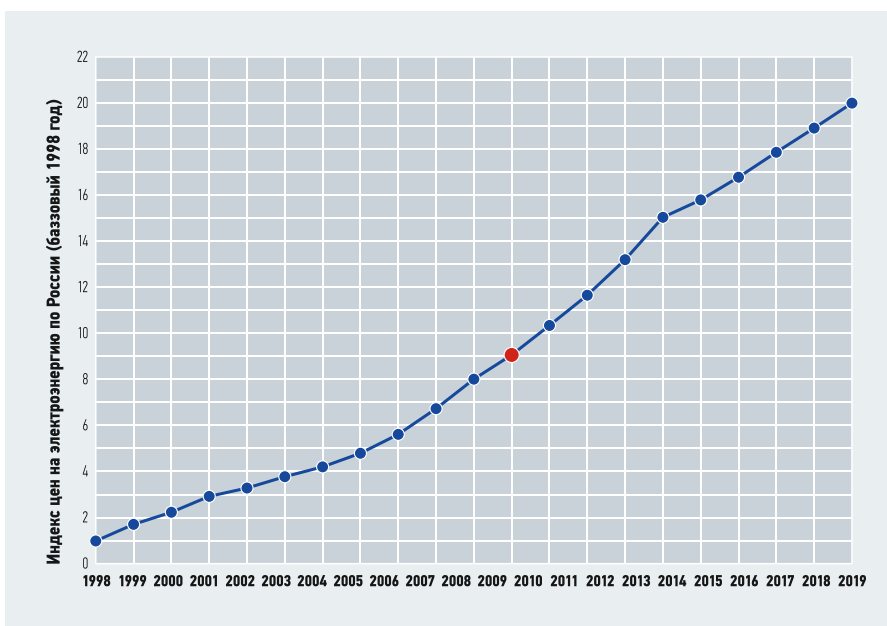


Рис. 14. Индекс цен на электроэнергию по РФ в 1998–2020 годах [24]

Источник: Галазова С.В. [24]

Перспективы внедрения распределённой генерации

Несомненно, источники распределённой генерации и дальше будут широко внедряться в электрических сетях на территории России. В первую очередь этому способствует удалённость более чем 2/3 территории нашей страны от «централизованной энергетики». Кроме того, как уже было отмечено выше, рост тарифов на электрическую энергию и мощность подталкивает промышленные предприятия к строительству собственных генерирующих источников. Причём в регионах с высокими тарифами строительство собственной генерации экономически наиболее выгодно, особенно если речь идёт о когенерационных установках.

Эксперты предполагают, что в условиях постоянного повышения цен на централизованную электроэнергию и мощность процесс постепенного перехода потребителей на собственную генерацию и ухода от централизованного энергоснабжения сохранится. К 2035 году потребителями может быть введено дополнительно 13–32 ГВт собственной генерации

По данным Т.В. Ланьшиной [27], срок окупаемости таких проектов часто составляет всего два-три года, а прибыль доходит до 5–6 руб. за 1 кВт·ч. Однако негативным эффектом от такого перехода будет уход финансово сильных промышлен-

ленных потребителей из единой энергосистемы, что приведёт к удорожанию содержания энергосистемы для оставшихся потребителей.

Доля объектов распределённой генерации в энергосистеме России, по состоянию на 2017 год, оценивается в 9–10% или около 23 ГВт. Вместе с тем в перспективе она может занять более весомые позиции в общей структуре энергогенерации в стране [28].

С учётом текущих трендов эксперты предполагают, что в условиях постоянного повышения цен на централизованную электроэнергию и мощность процесс постепенного перехода потребителей на собственную генерацию и ухода от централизованного энергоснабжения сохранится. К 2035 году потребителями может быть введено дополнительно 13–32 ГВт собственной генерации.

В частности, «Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2030 года» (одобрена Правительством РФ 3 июня 2010 года) предусматривает ввод мощностей распределённой генерации в базовом (3100 МВт) и максимальном вариантах (5896 МВт).

В связи с климатическими особенностями в России существует значительный спрос на тепловую энергию. Следовательно, в стране есть большой потенциал для развития распределённой когенерации, то есть небольших ТЭЦ и энергоцентров, которые располагаются близко к потребителям и обеспечивают их как электрической, так и тепловой энергией.

Развитие децентрализованной генерации стоит одной из ключевых задач энергетической стратегии России до 2035 года.

Согласно сделанному прогнозу изменения структуры топливно-энергетического баланса России, отмечено возможное «развитие теплоснабжения России и её регионов преимущественно на базе теплофикации с использованием современных экономически и экологически эффективных когенерационных установок широкого диапазона мощности, при этом доля тепловых электростанций в централизованном отпуске тепла увеличится с 46 до 50%, доля котельных сократится с 47 до 42%. Вместе с тем важно отметить развитие систем децентрализованного теплоэнергоснабжения».

Также эксперты отмечают [25], что в России существует потенциал в области преобразования значительного числа промышленных и коммунально-бытовых котельных, работающих на газе, в мини-ТЭЦ, что обусловлено существенным износом их основного и вспомогательного оборудования.

Кроме того, перспективу имеет использование ветровых и солнечных электростанций в отдельных регионах России, а на газоредуцирующих пунктах магистральных газопроводов возможно сооружение детандер-генераторных агрегатов с их последующей интеграцией в распределительную сеть.

В проекте «Энергетическая стратегия России на период до 2035 года» отмечено, что особое внимание должно уделяться

развитию электроэнергетики и энергетической инфраструктуры в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, где использование устройств распределённой генерации в «островном» режиме целесообразно ввиду удалённости потребителей от централизованной электрической сети.

Региональная энергетическая политика энергетической стратегии России до 2035 года направлена на экономическую эффективность использования местных источников топлива, развитие экономически эффективных децентрализованных и индивидуальных систем теплоснабжения, уменьшение количества энергодефицитных регионов и увеличением уровня их самообеспеченности.

Тематика научных работ в области распределённой генерации в России на сегодняшний день довольно разнообразна. Среди основных научных проблем, направлений и исследований в этой области можно выделить:

1. Проблемы и перспективы развития малой генерации в России (работы Фахразиева И.З., Зацаринной Ю.Н., Клевцовой В.В., Дюбанова Г.Н., Назарян Р.В., Новиковой О.В., Власова Д.А., Дроновой Ю.В., Киселёвой Е.М., Путиловой Н.Н., Никулина П.А., Куликова А.Л., Чурашева В.Н., Смоленцева Д.О. и др.).

2. Синхронизация источников распределённой генерации с сетью (работа Рогозинникова Е.И.).

3. Вопросы использования источников малой генерации в системах электроснабжения промышленных предприятий (работы Кочкиной А.В., Варганова Д.Е., Федотова А.И., Бахтеева К.Р., Леонова А.В., Погодина А.А., Илюшина П.В., Фёдорова В.К. и др.).

4. Вопросы оптимального размещения источников распределённой генерации в электрической сети (работы Заболотного А.П., Ерошенко С.А., Сухова А.А., Рахманова Н.Р., Лукьяненко Л.Н., Кирик В.В. и др.).

5. Вопросы применения генерирующих установок малой мощности на объектах распределённой генерации (работы Морозова И.А., Александровой А.Я., Ахтулова А.Л. и др.).

6. Вопросы влияния распределённой генерации на электрическую сеть (работы Марченко А.И., Баембитова Р.А., Климова П.Л., Фёдорова Д.В., Илюшина П.В. и др.).

7. Планирование режимов работы электрических сетей с источниками распределённой генерации (работы Мукатова Б.Б., Илюшина П.В., Ерошенко С.А. и др.).

8. Регулирование напряжения и реактивной мощности средствами источников распределённой генерации (работы Непши Ф.С.).

Представленная научная тематика доказывает несомненную актуальность возможностей расширения систем распределённой генерации в энергосистему РФ. ●

- Веселов Ф.В., Кулагин В.А., Макарова А.С. Перспективы развития электроэнергетики мира и России с учётом влияния технологического прогресса // Вести в электроэнергетике, 2019. №4. С. 4–16.
- Возобновляемая энергетика: защита климата и геополитика [Электр. текст]. Deutsche Welle. Режим доступа: dw.com/ru. Дата обраш.: 02.04.2020.
- Хохлов А. Мельников Ю., Веселов Ф., Холкин Д., Дацко К. Распределённая энергетика в России: потенциал развития. — М.: Энергетический центр Московской школы управления «Сколково», 2018. 87 с.
- Major trends reshaping the power sector. European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E). Web-source: vision2030.entsoe.eu. Access data: 02.04.2020.
- The European power sector in 2018. Up-to-date analysis on the electricity transition. Agora Energiewende and Sandbag (2019). Web-source: agora-energiewende.de. Access data: 04.04.2020.
- Мельникова С.И., Яковлева Д.Д. Энергетика Германии — череда парадоксов // Экологический вестник России, 2018. №10–11. С. 18–27.
- Jährliche Stromerzeugung in Deutschland. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. Web-source: energy-charts.de. Access data: 05.04.2020.
- Данилова Т. Виртуальные электростанции и реальные киловатты // Атомный эксперт, 2018. №9. Режим доступа: atomicexpert.com. Дата обраш.: 02.04.2020.
- К 2030 году солнечная энергетика будет основным источником энергии в Испании [Электр. текст]. Eenergy.media от 16.04.2018. Режим доступа: eenergy.media. Дата обраш.: 05.04.2020.
- What is the distributed ReStart project? A partnership between National Grid Electricity System Operator, SP Energy Networks and TNEL. National Grid ESO. Web-source: nationalgrideso.com. Access data: 05.04.2020.
- Мировой опыт автономного энергоснабжения для российской глубинки [Электр. текст]. ГИС «Энерго-эффективность» от 12.11.2013. Режим доступа: gisee.ru. Дата обраш.: 07.04.2020.
- Сидорович В. Дания: 100% возобновляемая электроэнергия к 2030 году [Электр. текст]. RenEn от 01.07.2018. Режим доступа: genen.ru. Дата обраш.: 08.04.2020.
- Ассоциация «НП Совет рынка». Общая информация [Электр. текст]. Режим доступа: pr-sr.ru. Дата обраш.: 09.04.2020.
- Возобновляемая энергетика в США. Возобновляемая энергия и ресурсы [Электр. текст]. Режим доступа: genenews.ru. Access data: 04.04.2020.
- Белгород. Ориентир на мировой опыт автономного энергоснабжения [Электр. текст]. Режим доступа: portal-energo.ru. Дата обраш.: 07.04.2020.
- Jeff St. John. Five states blazing the trail for integrating distributed energy resources. Greentech Media on September 09, 2019. Web-source: greentechmedia.com. Access data: 07.04.2020.
- Доля возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии [Электр. текст]. Enerdata 2019. Режим доступа: yearbook.enerdata.ru. Дата обраш.: 08.04.2020.
- Lu Youmei. Hydropower and Sustainable Development in China. United Nations. Web-source: un.org. Access data: 05.04.2020.
- Доля ветровой и солнечной энергии в производстве электроэнергии [Электр. текст]. Enerdata 2019. Режим доступа: yearbook.enerdata.ru. Дата обраш.: 06.04.2020.
- Сидорович В. Рынок солнечной энергетики в Китае рухнул из-за неожиданного решения властей [Электр. текст]. RenEn от 04.06.2018. Режим доступа: genen.ru. Дата обраш.: 04.04.2020.
- Романов С.Г., Савина Н.В. Современное состояние проблем распределённой генерации в Амурской области как территории с изолированными потребителями // Вестник ИриГТУ, 2014. №10. С. 210–215.
- Хохлов А., Мельников Ю., Веселов Ф., Холкин Д., Дацко К. Распределённая энергетика в России: потенциал развития. — М.: Энергетический центр Московской школы управления «Сколково», 2018. 87 с.
- Родионова М. «Детские болезни» малой энергетики // Электроэнергия. Передача и распределение, 2014. №3. С. 18–23.
- Гагагова С.В. Анализ динамики цен на электроэнергию в Российской Федерации в зависимости от её экономического развития // Вестник ВГТУ, 2012. №11. С. 12–18.
- Особенности интеграции и перспективы эффективного использования объектов распределённой генерации в электроэнергетической системе России: Протокол совместного заседания от 18.10.2018 №5/18 Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС» и Секции по проблемам надёжности и безопасности больших систем энергетики Научного совета РАН по комплексным проблемам энергетики. — М., 2018. 16 с.
- Ерошенко С.А., Карпенко А.А., Кокин С.Е., Паздерин А.В. Научные проблемы распределённой генерации // Известия вузов: Проблемы энергетики, 2010. №11–12. С. 126–133.
- Ланьшина Т. В России идёт быстрое развитие распределённой энергетики. Но туда ли? [Электр. текст]. РАНХиГС. Режим доступа: гапера.ru. Дата обраш.: 10.04.2020.
- Восканян Е.В. России открывается окно возможностей для развития распределённой энергетики [Электр. текст]. Энергетика и промышленность России от 10.11.2017. Режим доступа: erussia.ru. Дата обраш.: 11.04.2020.



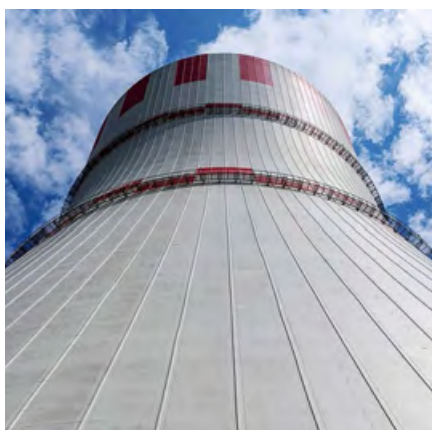
Потенциал развития ВИЭ на территориях России с децентрализованным энергоснабжением

Во всём мире актуальна проблема экономии энергетических ресурсов. Развитые страны в решении данной проблемы делают упор на сокращение удельного энергопотребления и рост использования ВИЭ.

Авторы: В.Н. АЛЕХИН, к.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Системы автоматизированного проектирования объектов строительства» (САПОС), Институт строительства и архитектуры Уральского федерального университета (ИСА УрФУ), директор ООО «Техкон»; Е.П. ШАРОВАРОВА, ассистент кафедры САПОС ИСА УрФУ, ведущий архитектор ООО «Техкон» (г. Екатеринбург)

В мире существует более миллиарда зданий, на строительство и эксплуатацию зданий приходится более 40 % всех материалов и энергии [1]. Концепция устойчивого развития активно обсуждается, воплощается и популяризуется во всём мире. Она подразумевает под собой обеспечение безопасной окружающей природной среды, сохранение ресурсов для будущих поколений, ограничение негативного воздействия на окружающую среду, а также обеспечение рационального использования всех видов природных ресурсов при осуществлении любой градостроительной деятельности.

Многие развитые страны мира принимают срочные меры по развитию энергетической политики. К примеру, страны Европейского союза выстроили стратегию по энергосбережению Energy Strategy 2020, направленную на сокращение выбросов парниковых газов более чем на 20 %, увеличение доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) более чем на 20 %, а также на экономию энергии не менее чем на 20 % к 2020 году [2]. Повышение энергоэффективности в Европе осуществляется за счёт инвестиций в «зелёное» строительство, создания законодательной базы для стимулирования ВИЭ, разработки и внедрения технологий использования ВИЭ и т.д. В настоящее время Евросоюзом уже создана долгосрочная стратегия Energy Strategy 2050, направленная на сокращение выбросов



парниковых газов более чем на 80–95 % в сравнении с 1990 годом [3].

Государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2030 года», утверждённая Правительством РФ в 2009 году, направлена на совершенствование нормативно-правовой базы и реализацию механизмов повышения энергетической эффективности, повышение экологической безопасности, сокращение удельной энергоёмкости валового внутреннего продукта более чем в два раза (по сравнению с уровнем 2005 года) [4].

ВИЭ для регионов с децентрализованным энергоснабжением

Энергетика сельского хозяйства России характеризуется рассредоточенностью сельских потребителей, невысокой потребительской мощностью, протяжённостью электрических, тепловых и газовых сетей, малой плотностью населения территорий без централизованного энергоснабжения, на которых осуществляется сельскохозяйственное производство. Эти особенности формируют дополнительные требования по надёжности к системам энергоснабжения вследствие существенного износа линии передач и низкого качества питания, сбоев и потери мощности в линиях. Сельские территории обладают огромным потенциалом развития возобновляемой энергетики для решения многих проблем энергоснабжения таких районов.

Большая часть сельских населённых пунктов России расположена в районах с децентрализованным энергоснабжением. Проблема энергообеспечения существенно влияет на условия жизни населения, демографическую ситуацию и развитие сельскохозяйственного производства на этих территориях. Значительная часть населённых пунктов, не имеющая доступа к электросетям, питается от топливных генераторов. Ежегодно до 8 млн тонн топлива и до 30 млн тонн угля импортируется в районы Крайнего Севера,

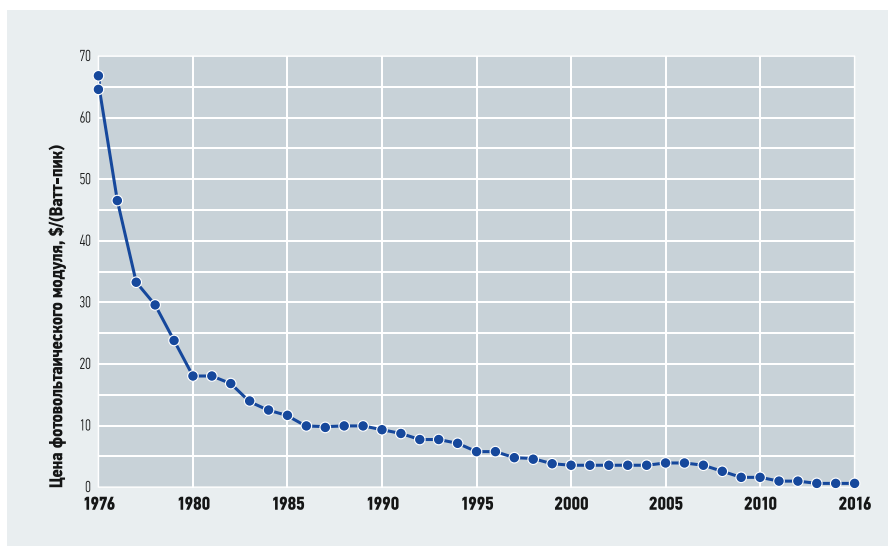


Рис. 1. Динамика цен на солнечные панели с 1976 по 2016 годы

Дальнего Востока и Сибири, при этом для труднодоступных районов страны стоимость топлива превосходит цену мирового рынка [5].

В некоторых случаях нехватка топлива ставит под угрозу жизни людей. По данным сельскохозяйственной переписи, менее 35% крупных и средних сельскохозяйственных предприятий имеют доступ к централизованной системе газоснабжения, причём только 20% из них подключены к централизованным системам отопления [6].

Территориями для запуска масштабного внедрения ВИЭ в России могут стать изолированные населённые пункты территории Арктики. Арктические регионы России имеют значительный потенциал для развития ВИЭ. В районах со средними скоростями ветра 6–7 м/с и более может развиваться ветроэнергетика. Имеются благоприятные условия для развития солнечной энергетики. Среднегодовое поступление энергии прямого солнечного излучения в Арктике варьируется от 2 до 5 кВт·ч/(м²·день).

На Камчатке и Чукотке есть условия для развития геотермальной энергетики, в южной части западных регионов — для развития биоэнергетики на основе использования древесных отходов и низкосортной древесины. В более отдалённой перспективе интерес может представлять развитие приливной энергетики.

Низкая удельная мощность энергетических установок и их удалённое взаимоположение на огромных территориях обеспечивают максимальную эффективность внедрения энергосистем на основе ВИЭ. Эти особенности позволяют сократить сроки окупаемости и обосновать целесообразность их использования. Более того, такие энергосистемы дают возможность поддерживать современный уровень доступности электроэнергии в малонаселённых пунктах, и их реализация

является единственным вариантом достижения этой цели в большинстве случаев.

Для большинства регионов России внедрение автономных и комплексных систем энергоснабжения с ВИЭ являются наиболее целесообразными. Как правило, интегрированные системы, основанные на различных видах ВИЭ, должны иметь возможность использовать весь эффективный период их работы. Данные системы должны быть спроектированы так, что ВИЭ выполняют функцию первичного источника энергии, в то время как другие источники используются в случае сбоя основного источника (или если мощности в настоящее время недостаточно).

По сравнению с традиционными способами энергоснабжения при использовании ВИЭ исключаются некоторые расходы и возможные неисправности: работы по прокладке электрических сетей; потери в сетях: от 20 до 30% в электрических сетях до 60% в тепловых сетях; износ и необходимая реконструкция сетевого оборудования до 80%; увеличение платы за подключение; сбой энергоснабжения, низкое качество энергоснабжения, приводящее к потерям и повреждениям; расходы на доставку топлива; транспортные расходы на доставку топлива; ежегодное увеличение стоимости энергоснабжения за счёт традиционных, прежде всего углеводородных, ресурсов.

И в дополнение к перечисленному все проблемы экологии: загрязнение окружающей среды, выбросы CO₂, ухудшение условий жизни населения и др.

На Камчатке и Чукотке есть условия для развития геотермальной энергетики, в южной части западных регионов — для развития биоэнергетики на основе использования древесных отходов и низкосортной древесины

Во всём мире можно отметить активное развитие технологий солнечной энергетики, что непосредственным образом влияет на доступность солнечных батарей. К примеру, в настоящее время стоимость тонкоплёночных фотоэлементов третьего поколения составляет от \$0,25 за 1 кВт. На рис. 1 изображена кривая изменения цен на солнечные панели с 1976 года, где можно наблюдать равномерное снижение [7].

Заключение

В декабре 2019 года было внесено изменение в Федеральный закон №35-ФЗ «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации. В соответствии с этим изменением, было введено понятие о микрогенерации.

Данный федеральный закон предписывает энергоснабжающим организациям приобретать энергию, выработанную микрогенерирующими установками (избыточную энергию), по установленному на данной территории оптовому тарифу. Если электростанция находится в распоряжении частного лица, то доходы от продажи электроэнергии не будут относиться к предпринимательской деятельности, а также не облагаются налогами (НДФЛ) до 1 января 2029 года.

Производители оборудования для возобновляемой энергетики имеют право претендовать на льготы, связанные с природоохранным законодательством.

В последние годы внимание к ВИЭ в России растёт, но практическое развитие ещё не стало массовым. Стимулирующие меры правительства послужат росту объёмов генерации энергии на основе возобновляемых источников. Освоение новых технологий и производство оборудования поможет загрузить малоиспользуемые производственные мощности. ●

1. Бенуж А.А., Колчигин М.А. Анализ концепции «зелёного» строительства как механизма по обеспечению экологической безопасности строительной деятельности // Вестник МГСУ, 2012. №12. С. 161–165.
2. Energy Strategy 2020: A strategy for competitive, sustainable and secure energy. European Commission. Web-source: eur-lex.europa.eu. Access data: Mart 15, 2020.
3. Energy Strategy 2050: Energy roadmap 2050. European Commission. Web-source: ec.europa.eu. Access data: April 25, 2020.
4. Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 №1715-р.
5. Бердин В.Х. Возобновляемые источники энергии в изолированных населённых пунктах Российской Арктики / В.Х. Бердин, А.О. Кокорин, Г.М. Юлкин, М.А. Юлкин. — М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2017. 88 с.
6. Shepovalova O.V. Energy saving, implementation of solar energy and other renewable energy sources for energy supply in rural areas of Russia. Energy Procedia. 2015. No. 74. Pp. 1551–1560.
7. Solar PV module prices (1976–2016). Our World In Data. Global Change Data Lab. Web-source: ourworldindata.org. Access data: April 27, 2020.

Анализ эффективности сетевых солнечных электростанций для энергосбережения в бюджетных учреждениях

Рецензия эксперта на статью получена 15.01.2020 [Expert review on the article received on January 15, 2020].

Введение

Федеральный закон №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» [1] обозначил основные направления движения страны по пути снижения энергоёмкости и повышения энергоэффективности. Согласно №261-ФЗ, все бюджетные и ряд других организаций должны были пройти обязательное энергетическое обследование. Основными целями энергетического обследования являются:

- получение объективных данных об объёме используемых энергетических ресурсов;
- определение показателей энергетической эффективности;
- определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки [1, ст.15].

За два года после принятия закона об энергосбережении в России было зарегистрировано более сотни саморегулируемых организаций, объединяющих около 5000 энергоаудиторских компаний [2]. Однако качество работы многих энергоаудиторских компаний тогда оставляло желать лучшего. В связи с выявившимися недостатками Минэнерго России издаёт приказ №400 [3], в котором ужесточаются требования к проведению энергетического обследования и его результатам и правилам направления копий энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования. Кроме того, Минэнерго

За два года после принятия закона об энергосбережении в России было зарегистрировано более сотни саморегулируемых организаций, объединяющих около 5000 энергоаудиторских компаний

России издаёт приказ №398 [4], в котором утверждаются требования к форме программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства и муниципальных образований, организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности, и отчётности о ходе их реализации. На основании новых требований качество энергетических обследований и программ энергосбережения должно было повыситься.

Почти одновременно было принято и Постановление Правительства РФ №818-ПП «Об установлении объёма энергетических ресурсов в стоимостном выражении для целей проведения обязательных энергетических обследований» [5], в котором было указано, что объём энергетических ресурсов в стоимостном выражении для определения совокупных затрат на потребление природного газа, мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии, за исключением моторного топлива, лицами, которые предусмотрены пп.1–4 и 6 ч.1 ст.16 Федерального закона №261-ФЗ «Об энергосбережении...» и в отношении которых распространяются требования ч.1.1 ст.16 данного закона, составляет 50 млн руб.

Поскольку бюджетные организации (школы, детские сады, больницы и т.п.),

УДК 620.9, 621.3. Научная специальность: 05.14.08.

Анализ эффективности применения сетевых солнечных электростанций для энергосбережения в бюджетных учреждениях

С. Н. Братышев, аспирант, ассистент; **Л. Х. Зайнутдинова**, к.т.н., д.п.н., профессор, заведующий кафедрой электротехники, электроники и автоматики, физико-технический факультет, Астраханский государственный университет (АГУ); **Р. А. Зайнутдинов**, к.т.н., руководитель Научно-образовательного центра «Альтернативная энергетика» АГУ (г. Астрахань)

Приведён анализ реализации требований Федерального закона об энергосбережении №261-ФЗ в части проведения обязательных энергетических обследований бюджетных учреждений. Новый этап энергетических обследований требует новых подходов и новых энергосберегающих мероприятий. Особую актуальность начинают приобретать технологии с использованием возобновляемых источников энергии. В настоящей работе предлагается применение сетевой солнечной электростанции в качестве энергосберегающего мероприятия для бюджетного учреждения. Приведена методика расчёта выработки солнечной электростанции с учётом координат местности при различных углах наклона модулей. Обоснован выбор солнечных модулей и сетевого инвертора. Проведён анализ экономической эффективности предложенного энергосберегающего мероприятия.

Ключевые слова: бюджетное учреждение, энергетическое обследование, энергосбережение, сетевая солнечная электростанция, солнечный модуль, сетевой инвертор, срок окупаемости.

UDC 620.9, 621.3. The number of scientific speciality: 05.14.08.

The analysis of efficiency of application of network solar power stations for energy saving in budgetary institutions

S.N. Bratyshev, postgraduate student, assistant; **L. Kh. Zaynutdinova**, PhD, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Electrical Equipment, Electronics and Automatic Equipment, the Faculty of Physics and Technology, Astrakhan State University (ASU); **R. A. Zaynutdinov**, PhD, Head of "Alternative Power Engineering" Scientific and Education Center of ASU (Astrakhan city)

The analysis of implementation of requirements of the Federal law on energy saving of the Russian Federation of No. 261-FL regarding carrying out obligatory power inspections of budgetary institutions is provided. The new stage of power inspections demands new approaches and new energy saving actions. Technologies with use of renewable source begin to acquire special relevance. In the real work application of network solar power station as an energy saving action for budgetary institution is offered. The method of calculation of development of solar power station taking into account area coordinates at various tilt angles of modules is given. The choice of solar modules and the network inverter is reasonable. The analysis of cost efficiency of the offered energy saving action is carried out.

Key words: budgetary institution, power inspection, energy saving, network solar power station, solar module, network inverter, payback period.



как правило, затрачивают на оплату энергоресурсов менее 50 млн руб. в год, то количество обязательных энергетических обследований существенно сократилось. Вместо энергетических паспортов таким бюджетным организациям было предложено самостоятельно, то есть не прибегая к услугам энергоаудиторских компаний, заполнять энергодекларацию. По сути дела, в энергодекларации лишь фиксируются объёмы ежегодного потребления энергоресурсов каждым отдельным зданием. Аналитическая составляющая полностью отсутствует. И, самое главное, отсутствует обоснование эффективности новых энергосберегающих мероприятий.

Несмотря на возможность ограничиться энергодекларацией, некоторые бюджетные организации продолжают обращаться к энергоаудиторским компаниям с просьбой о проведении теперь уже добровольного энергообследования для получения профессионального квалифицированного анализа энергохозяйства и энергопотребления и обоснованной актуальной программы энергосбережения.

Первая волна (2010–2013 годы) энергетических обследований бюджетных учреждений выявила значительные потенциалы энергосбережения. Особенно большие резервы были вскрыты в сфере экономии тепловой энергии. Повсеместно были рекомендованы мероприятия по замене оконных рам или по их утеплению, по улучшению теплоизоляции зданий, по установке теплоотражающих экранов за приборами отопления.

Согласно требованиям №261-ФЗ, во всех бюджетных учреждениях должны устанавливаться приборы учёта всех видов потребляемых ресурсов. Установка теплосчётчиков позволила существенно сократить денежные затраты на оплату тепловой энергии. Ещё большая экономия была достигнута при установке индивидуальных тепловых пунктов, допу-



скающих погодную регулировку теплоснабжения и исключая «перетопы». Так, например, согласно [6] выявленный потенциал сбережения тепловой энергии составил: для МБОУ «Красноярская СОШ №1» — 23%, для МБОУ «Красноярская СОШ №2» — 21%, для МБОУ «Забузанская СОШ» — 21%.

Потенциал сбережения электроэнергии был также значителен. Согласно [6] порядка 37% электроэнергии можно было сэкономить в МБОУ «Красноярская СОШ №1», 51% — в МБОУ «Красноярская СОШ №1» и 63% — в МБОУ «Забузанская СОШ». Основным потребителем электроэнергии в сельских школах Астраханской области в те годы была система освещения. Поэтому наиболее популярным энергосберегающим мероприятием была замена ламп накаливания на компактные энергосберегающие люминесцентные лампы. Предлагалась также замена люминесцентных светильников на ещё достаточно дорогие для того периода светодиодные. Замена традиционных электроплит на современные индукционные плиты также давала ощутимую экономию потребляемой электроэнергии.

Новая волна теперь уже добровольных (ранее обязательных) энергетических обследований, начавшаяся в 2017 году, показала, что рекомендованные в первых энергетических паспортах энергосберегающие мероприятия были в основном реализованы и принесли ощутимый экономический эффект. Возросла культура энергосбережения. Ведётся пропаганда энергосбережения, формируется сознательное отношение к проблемам энергосбережения у широких кругов населения.

Новая волна энергетических обследований требует новых подходов и новых энергосберегающих мероприятий. Технологии энергосбережения не стоят на месте.

Особую актуальность начинают приобретать технологии с использованием возобновляемых источников энергии [7]. Уже имеется опыт внедрения солнечно-ветровых автономных энергетических установок для электроснабжения фермерских хозяйств Астраханской области [8]. Известны особенности проектирования автономных фотоэлектрических систем [9]. Разработана трёхэтапная модель внедрения систем, использующих возобновляемые источники энергии, в муниципальных образованиях региона (на примере Астраханской области) [10]. Известны автономные системы энергосбережения с применением солнечных модулей, ветрогенераторов и солнечных коллекторов для фермерских хозяйств [11], солнечные автономные системы электроснабжения охотничьих и туристических баз [12].

Однако сетевые солнечные электростанции пока ещё не нашли применения в бюджетных учреждениях в нашей стране. В связи с вышеизложенным представляется актуальной задача оценки эффективности применения СЭС в качестве энергосберегающего мероприятия для бюджетного учреждения.

1. Обзор солнечных электростанций

В настоящее время установка солнечной электростанции (СЭС) в качестве автономного источника энергии — достойная замена дизельным и бензиновым генераторам, в первую очередь это касается стоимости обслуживания и срока службы оборудования. Если по каким-то причинам отсутствует возможность подключения к сети электроснабжения, солнечная электростанция может помочь полностью или в большей степени перенести данные неудобства. В общем виде устройство автономной солнечной электростанции имеет довольно простое исполнение: солнечные модули через контроллер подключаются к аккумуляторным блокам. Далее накопленная в АКБ электроэнергия расходуется потребителями.

Стоит отметить, что для обеспечения электроэнергией потребителей переменного напряжения требуется установка инвертора [13]. Основным минус автономной солнечной станции заключается в использовании аккумуляторных блоков. Зачастую аккумуляторы являются самой дорогой частью системы, и даже при должном обращении срок эксплуатации данных аккумуляторов меньше, чем у остального оборудования.

Помимо автономных солнечных электростанций также существуют сетевые солнечные электростанции. Основная задача такой системы заключается в экономии потребляемой электроэнергии из общей сети электроснабжения путём параллельной работы солнечных модулей и общей сети. Срок эксплуатации оборудования в данном случае значительно превосходит срок окупаемости, а первоначальные вложения не столь велики. Для обеспечения наибольшего эффекта необходимо соблюдать следующее правило: «выработка должна быть согласована с потреблением».

Недостатки сетевой системы:

1. Большинство соединённых с сетью фотоэлектрических систем требуют наличия напряжения в сети для своей работы. Сеть даёт опорное напряжение для сетевых инверторов, которые синхронизируются с ним и выдают напряжение, идентичное сетевому. Если такого сигнала нет, или он начинает сильно отличаться от нормального (по величине напряжения, частоте и т.п.), сетевой инвертор перестаёт работать.
2. При работе параллельно с сетью, в том случае, если выработка больше потребления, в сеть будут направляться излишки генерируемой солнечными батареями энергии. В России это не всегда допустимо, так как подавляющее большинство

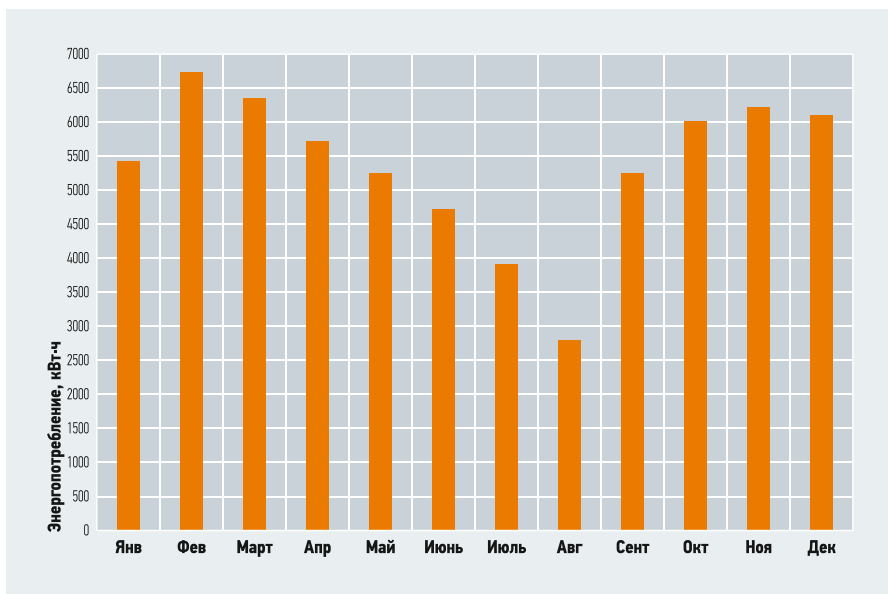


Рис. 1. Энергопотребление СОШ №2 города Нариманов за 2018 год

Энергопотребление СОШ №2 города Нариманов за 2018 год

табл. 1

Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.	Итого
5430	6730	6350	5730	5260	4730	3920	2800	5250	6010	6220	6110	64540

счётчиков электроэнергии, установленных в домах и квартирах, являются однонаправленными. Не все однонаправленные счётчики правильно реагируют на передачу электрической энергии от солнечных батарей обратно в сеть, в лучшем случае они просто не учитывают обратный ток, но большинство счётчиков прибавляет отданную в сеть электроэнергию к потреблённой [14]. Для того чтобы исключить передачу электроэнергии в сеть и не увеличивать показания счётчика отданной электроэнергией, нужно использовать специальные сетевые фотоэлектрические инверторы, снижающие свою мощность при появлении излишков электроэнергии, или установить специальный контроллер излишков энергии [15].

Основной минус автономной солнечной станции заключается в использовании аккумуляторных блоков. Зачастую аккумуляторы являются самой дорогостоящей частью системы

Также возможны гибридные СЭС, совмещающие в себе функции сетевой и автономной систем. Схема гибридной СЭС отличается от схемы автономной станции лишь тем, что в ней фигурирует не обычный батарейный инвертор, а гибридный преобразователь, имеющий сетевой вход и способный «подмешивать» солнечную энергию к сетевой. С потребительской точки зрения это очень выгодно. Обеспечивается и резерв за счёт АКБ, и экономия за счёт выработки солнечных батарей.

На основании проведённого анализа в настоящей работе принято решение рекомендовать для внедрения в бюджетных учреждениях именно сетевые солнечные электростанции, поскольку они не имеют в своём составе дорогостоящих аккумуляторных батарей и требуют меньших затрат на монтаж и обслуживание.

2. Обзор объекта и анализ электропотребления

Оценка эффективности применения сетевой солнечной электростанции в качестве энергосберегающего мероприятия для бюджетного учреждения проведена на примере средней общеобразовательной школы №2 города Нариманов Астраханской области. Объёмы месячного потребления электроэнергии приведены в табл. 1 и отражены на рис. 1.

3. Подбор и размещение основного оборудования сетевой СЭС Выбор солнечного модуля

При выборе солнечного модуля следует обратить внимание на следующие важные моменты:

1. При выборе солнечных модулей [16, 17] важно обращать внимание на **производителя оборудования**. Желательно, чтобы производитель был известен, имел хорошие отзывы со стороны потребителей и находился на рынке долгое время. Ещё лучше, если производитель модулей имеет полный цикл производства — от кремния до солнечных панелей.
2. **Параметры РТС или NOCT** [18] очень важны. Их предназначение — оценка влияния реальных условий работы на выработку модуля.



Параметр Nominal Operating Cell Temperature (NOCT) определяет номинальную рабочую температуру солнечного элемента при освещении солнечной панели солнечным светом интенсивностью 800 Вт/м^2 и температуре воздуха $+20^\circ\text{C}$. Электрическая цепь при этом разомкнута, угол наклона модуля 45° с ориентацией на юг. Чем ниже NOCT, тем лучше будет работать модуль в реальных условиях. Средняя NOCT составляет около $+48^\circ\text{C}$.

Более реалистичными являются условия Photovoltaics Test Conditions (PTC). Параметры испытаний PTC или Photovoltaics for Utility Systems Applications (PVUSA) Test Conditions показывают результаты тестов солнечных панелей в условиях, более приближенных к реальным. PTC подразумевают освещённость в 1000 Вт/м^2 , но температура нормируется относительно температуры окружающего воздуха, а не самого солнечного элемента. Панели должны находиться на высоте 10 м над

уровнем земли, температура воздуха должна быть 20°C , скорость ветра — 1 м/с .

Далеко не все производители указывают параметры своих продуктов по PTC. Обычно PTC указывается для модулей, произведённых для американского рынка. **3. Минимальный отрицательный «толеранс»** — это отклонение реальной мощности солнечной панели от её номинального значения. Негативный «толеранс» не должен превышать 3%.

4. Гарантии. В настоящее время максимальный гарантийный срок для солнечных модулей составляет 25 лет фабричной гарантии. Если солнечные модули приобретаются у небольших производителей, то имеется большая вероятность того, что через три-пять лет обеспечивать гарантию будет некому.

В соответствии с указанными критериями выбираем солнечный модуль марки Seraphim SRP-270-6PB, характеристики которого приведены в табл. 2.

•• Характеристики солнечного модуля Seraphim SRP-270-6PB 270 Вт [19]

табл. 2

Тип	Поликристалл
Номинальная мощность, Вт	270
Допустимое отклонение от номинальной мощности, %	± 3
Номинальное напряжение, В	24
Напряжение при максимальной мощности, В	31,3
Ток максимальной мощности, А	8,63
Напряжение холостого хода, В	38,5
Ток короткого замыкания, А	8,94
Температурный коэффициент напряжения, $\%/^\circ\text{C}$	$-0,32$
Количество ячеек	60
Количество диодов	—
КПД модуля, %	16,6
КПД ячейки, %	—
Длина кабеля, мм	900
Размер модуля (д × ш × в), мм	1640 × 992 × 35
Вес, кг	18,5
Гарантия, лет	10

Размещение солнечных модулей на крыше здания

Установку солнечных модулей следует производить на специальных конструкциях, способных обеспечить их оптимальную ориентацию на солнце и надёжное крепление к разным типам поверхностей: наземные фундаменты, крыши, а также вертикальные поверхности.

Для максимальной производительности энергии монтаж солнечных модулей должен быть выполнен таким образом, чтобы солнечные лучи падали на рабочую поверхность модуля под углом 90° . Для солнечных установок данное требование возможно выполнить путём использования специальных поворотных конструкций с двухосевой системой слежения за солнцем — трекерных систем.

Установку солнечных модулей следует производить на специальных конструкциях, способных обеспечить их оптимальную ориентацию на солнце

Применение трекерных систем, кроме явных преимуществ в максимальном использовании солнечной энергии, имеет свой недостаток. Они являются весьма дорогостоящими — в связи с тем, что основой системы являются специализированные устройства. К тому же устройства трекерных систем потребляют (незначительно, но постоянно) энергию, а сама система требует большую по площади территорию для установки по сравнению с фиксированными конструкциями. Поэтому обычно идут на компромисс в производительности системы и стоимости конструкции и в фотоэлектрических системах в основном используют стационарные конструкции. Такие конструкции ориентируют на юг с незначительными отклонениями по азимуту, а также устанавливают с фиксированным или изменяемым углом наклона.

Оптимальный угол наклона солнечных панелей зависит от широты местности, а также может быть изменён, в зависимости от того, какой оптимизации в производстве энергии необходимо добиться. Так, он может быть уменьшен от оптимального значения, если фотоэлектрическая система работает в летний период (летний оптимум), или увеличен, если система эксплуатируется в основном в осенне-зимний период, или принят средним по значению, если фотоэлектрическая система предназначена для круглогодичной эксплуатации [20].

Высота полуденного солнца в любой точке планеты определяется по формуле:

$$h = 90^\circ - \varphi + d, \quad (1)$$

где h — высота Солнца над горизонтом в полдень; φ — широта места наблюдения; d — солнечное склонение, астрономическая величина, измеряемая в градусах и равная той широте, где солнце находится в данный момент.

Для дней равноденствия — 21 марта и 23 сентября (солнце в зените на экваторе) будет иметь место:

$$h = 90^\circ - \varphi, \quad (2)$$

где 90° — угол падения солнечных лучей, то есть широта местности (северная или южная — определяется по тени, отбрасываемой объектами).

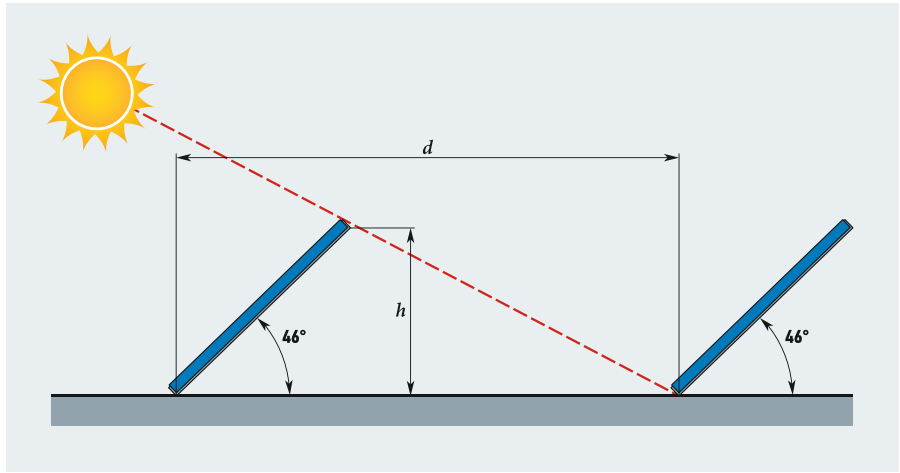


Рис. 2. Параметры для установки солнечных модулей (угол наклона модуля 46°)

Оптимальные углы наклона модулей для различных сезонов года

табл. 3

Время года	Угол падения солнечных лучей	Оптимальный угол наклона СМ
22 июня (летнее солнцестояние)	$90 - 46,41 + 23,5 \approx 67^\circ$	$\approx 23^\circ$
21 марта и 23 сентября (равноденствие)	$90 - 46,41 \approx 44^\circ$	$\approx 46^\circ$
22 декабря (зимнее солнцестояние)	$90 - 46,41 - 23,5 = 20^\circ$	$\approx 70^\circ$

Технические характеристики сетевого инвертора Sofar 17000TL

табл. 4

Вход постоянного тока		Выход переменного тока	
Максимальная мощность на входе, Вт	17700	Номинальная мощность, ВА	17000
Рабочее напряжение, В	350–850	Номинальное напряжение, В	230/380
Максимальный ток на входе, А	21	Частота, Гц	50/60

Для дней солнцестояния — 22 июня и 22 декабря — имеет место:

$$h = 90^\circ - \varphi \pm 23,5^\circ, \quad (3)$$

Необходимо учитывать, что лучи солнца падают отвесно (под углом 90° на тропик ($23,5^\circ$ с.ш. и $23,5^\circ$ ю.ш.)).

22 июня в Северном полушарии используется формула:

$$90^\circ - (\alpha - 23,5^\circ) = a. \quad (4)$$

22 декабря в Северном полушарии используется формула:

$$90^\circ - (\alpha + 23,5^\circ) = a. \quad (5)$$

Здесь α — угол падения солнечных лучей, a — широта местности.

Координаты города Нариманов: $46^\circ 41'$ северной широты и $47^\circ 51'$ восточной долготы. Согласно координатам определим угол падения солнечных лучей и оптимальный угол установки солнечных модулей в различное время года для данного города (табл. 3).

При расположении конструкций солнечных панелей в несколько рядов, кроме правильной ориентации и угла наклона, очень важным является правильно выбрать расстояние между рядами, чтобы не происходило взаимного затенения поверхности модулей (рис. 2).

Для средней полосы, при оптимальном фиксированном угле наклона, часто используется следующая формула:

$$d = 3h, \quad (6)$$

где d — расстояние между рядами, м; h — высота панели под оптимальным углом наклона, м.

Расчёт выработки СЭС при различных углах наклона модулей

Для расчёта выработки электроэнергии сетевой солнечной электростанцией воспользуемся онлайн-калькулятором [21], который предназначен для расчёта выработки в зависимости от места установки станции. Выработка электроэнергии СЭС с установленной мощностью 16,2 кВт при разных углах наклона модулей для города Нариманов представлена на рис. 3.

При сопоставлении графика выработки электроэнергии сетевой солнечной электростанции с графиком потребления электроэнергии и режимом работы организации можно сказать, что наибольшая

На данный момент на рынке продаётся много дешёвых сетевых фотоэлектрических инверторов с КПД, равным 85% и менее. При этом нужно учитывать, что большинство производителей предоставляет данные по КПД в точке, где он максимальный, и в среднем инвертор работает с КПД ещё ниже

эффективность ФЭС достигается при угле наклона солнечных модулей 46° .

Правильный выбор сетевого инвертора [22] также имеет большое значение.

Важно обращать внимание не только на единицы процентов КПД при выборе солнечных панелей, но и на КПД других элементов системы, особенно контроллеров и инверторов. На данный момент на рынке продаётся много дешёвых сетевых фотоэлектрических инверторов с КПД, равным 85% и менее. При этом нужно учитывать, что большинство производителей предоставляет данные по КПД в точке, где он максимальный, и в среднем инвертор работает с КПД ещё ниже. Это означает, что 15–20% от общей мощности модулей потребуется только для того, чтобы инвертор работал.

При выборе инвертора также важно учитывать, чтобы номинальная мощность сетевого инвертора была немного больше установленной мощности солнечных модулей:

$$P_{\text{инв}} > nP_{\text{мод}}, \quad (7)$$

где $P_{\text{инв}}$ — установленная мощность сетевого инвертора, кВт; n — количество солнечных модулей, шт.; $P_{\text{мод}}$ — установленная мощность солнечного модуля, кВт.

По приведённой формуле подберём соответствующее оборудование: при $n = 60$ и мощности модуля $P_{\text{мод}} = 0,27$ кВт мощность инверторного оборудования должно составлять не менее 16,2 кВт. В соответствии с изложенными рекомендациями выбираем сетевой инвертор марки Sofar 17000TL.

Технические характеристики сетевого инвертора Sofar 17000TL приведены в [22], табл. 4.

Сетевой инвертор марки Sofar 17000TL обладает способностью определять излишки вырабатываемой солнечными модулями электроэнергии и ограничивать подачу активной мощности в сеть.

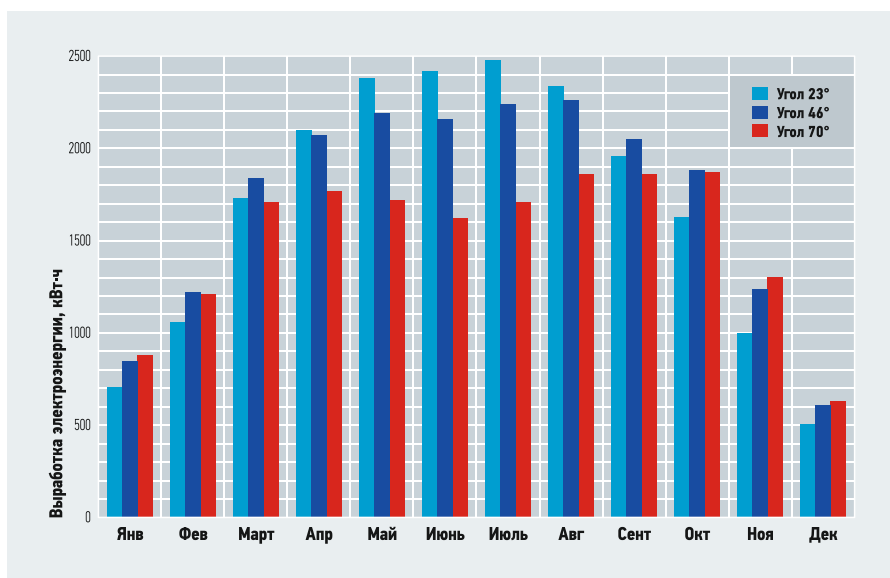


Рис. 3. Выработка сетевой СЭС 16,2 кВт при различных углах наклона солнечных модулей

4. Экономическая часть

В случае установки сетевой солнечной электростанции годовая экономия электроэнергии в натуральном выражении:

$$W = \sum(W_i) = W_{\text{январь}} + W_{\text{февраль}} + \dots, \quad (8)$$

где $W_{\text{январь}}, W_{\text{февраль}}, \dots$ — месячная выработка электроэнергии сетевой СЭС, кВт·ч. Итого $W = 20,61$ МВт·ч в год.

На рис. 4 приведено сравнение выработки сетевой СЭС и общего электропотребления объекта. В целом за год экономия электроэнергии за счёт внедрения СЭС составит порядка 32%.

Годовая экономия электроэнергии в денежном выражении составит:

$$\mathcal{E} = WT, \text{ руб.}, \quad (9)$$

где T — тариф на электроэнергию, руб/кВт·ч. Для организации тариф на электроэнергию составляет 6 руб. 25 коп. за 1 кВт·ч, отсюда:

$$\mathcal{E} = 20610 \times 6,25 = 128812,5 \text{ руб.}$$

Согласно технической документации, гарантийный срок оборудования составляет десять лет для солнечной панели

(Seraphim SRP-270-6PB) и пять лет для сетевого инвертора (Sofar 17000TL).

Примечание: средний срок службы оборудования составляет десять лет при условии, что инвертор по истечению гарантированного срока службы (пять лет) будет заменён на новый — $T_{\text{ж}} = 10$ лет.

Определим стоимость сетевой солнечной электростанции с учётом замены сетевого инвертора по истечению гарантированного срока.

Капиталовложения составят:

$$K = K_{\text{мод}} + 2K_{\text{инв}}, \text{ руб.}, \quad (10)$$

где $K_{\text{мод}}$ — стоимость солнечных модулей, руб. (стоимость одного солнечного модуля составляет 11 813 руб. [19]); $K_{\text{инв}}$ — стоимость инвертора, руб.

Стоимость инвертора составляет 189 907 руб. [22], отсюда:

$$K = K_{\text{мод}} + 2K_{\text{инв}} = 709860 + 2 \times 189907 = 1089674 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости составит:

$$T_{\text{ок}} = K/\mathcal{E}, \text{ год}, \quad (11)$$

$$T_{\text{ок}} = K/\mathcal{E} = 1089674/128812,5 = 8,45 \text{ год.}$$

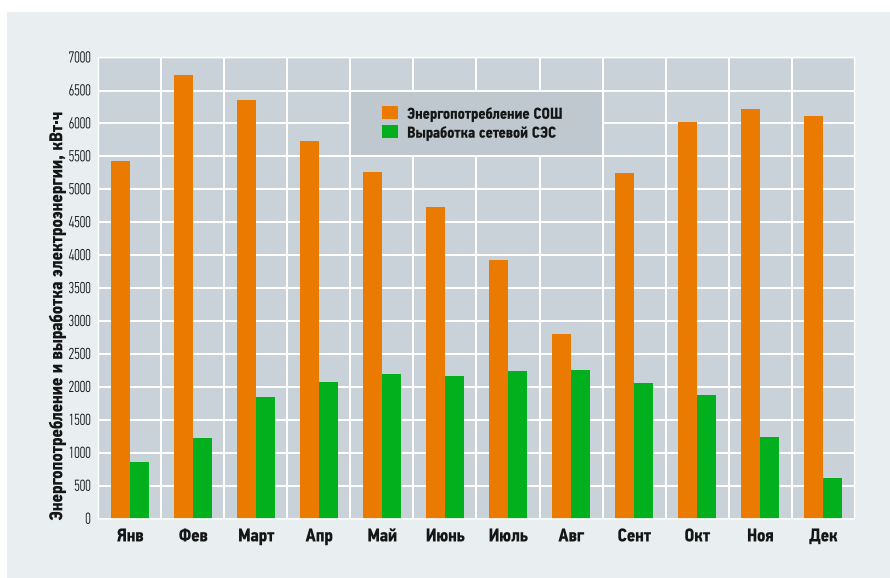


Рис. 4. Сравнение выработки сетевой СЭС и электропотребления объекта

Дисконтированный срок окупаемости капитальных вложений

Дисконтированный срок окупаемости капиталовложений рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{\text{д.ок}} = K/P_{\text{год}} = 1089674/212017,4 = 5,13 \text{ года,}$$

где K — капиталовложения; $P_{\text{год}}$ — годовое поступление денежных средств от реализации энергосберегающего мероприятия, руб/год:

$$P_{\text{год}} = \mathcal{E}(1 - H) + A, \text{ руб/год}, \quad (12)$$

где \mathcal{E} — экономический эффект от мероприятия; H — ставка налога на прибыль, принимается равной 0,2 (20%); A — годовые амортизационные отчисления, связанные с реализацией энергосберегающего мероприятия, руб/год:

$$\text{Норма } A = 100\%/T_{\text{ж}} = 100\%/10 \text{ лет} = 10\%,$$

где $T_{\text{ж}}$ — срок службы энергосберегающего оборудования, лет:

$$\text{Годовая } A = K \text{ Норма } A / 100 = 1089674 \text{ руб.} \times 10\% / 100 = 108967,4 \text{ руб/год.}$$



Чистый дисконтированный доход

$$\text{ЧДД} = \frac{P_{\text{год}} [1 - (1 + R)^{-T_{\text{ж}}}]}{R} - K_{\text{эсо}}, \quad (13)$$

$$\text{ЧДД} = \frac{212017,4 \times [1 - (1 + 0,12)^{-10}]}{0,12} - 1089674 \approx 108300 \text{ руб.},$$

где $P_{\text{год}}$ — величина денежных поступлений (чистого дохода) за каждый год срока полезного использования энергосберегающего оборудования, руб/год; R — норма дисконта, в долях [23]; $K_{\text{эсо}}$ — капитальные вложения, руб.; $T_{\text{ж}}$ — срок службы энергосберегающего оборудования, лет. За период срока службы энергосберегающего оборудования (десять лет) данное мероприятие полностью окупит капиталовложения и принесёт доход более 108 300 руб.

Данное мероприятие — крупнозатратное. Необходимо отметить, что при росте тарифов на электрическую энергию (до 4,5% ежегодно) срок окупаемости мероприятия снизится.

Индекс доходности

$$ИД = \frac{P_t}{K_{эсо} \cdot (1+R)^t} \tag{14}$$

где $P_{год}$ — величина денежных поступлений (чистого дохода) за каждый год срока полезного использования энергосберегающего оборудования, руб/год; R — норма дисконта, в долях; $K_{эсо}$ — капвложения, руб.; $T_{ж}$ — срок службы энергосберегающего оборудования, лет. Отсюда:

$$ИД = \frac{108300}{1089674} = 0,032.$$

Сводная информация по данному энергосберегающему мероприятию приведена в табл. 5.

Сводная информация по энергосберегающему мероприятию

табл. 5

Наименования и стоимость (на период составления отчёта) средств для внедрения указанного мероприятия	Солнечный модуль Seraphim SRP-270-6PB стоимостью 11 831 руб. в количестве 60 шт. Сетевой солнечный инвертор Sofar 17000TL стоимостью 189 907 руб. в количестве 2 шт.
Объём финансирования рекомендуемого энергоресурсосберегающего мероприятия, в ценах на период отчёта	1 089 674 руб.
Годовая экономия используемых энергетических ресурсов в натуральном и (или) стоимостном выражении, на энергосбережение и повышение энергетической эффективности которых направлено предлагаемое энергоресурсосберегающее мероприятие	В натуральном выражении — 20 610 кВт·ч. В стоимостном выражении — 128 812,5 руб.
Срок окупаемости рекомендуемого энергоресурсосберегающего мероприятия	8,45 года
Динамические показатели оценки экономической эффективности рекомендуемого энергоресурсосберегающего мероприятия на весь период внедрения: дисконтированный срок окупаемости / чистая приведённая стоимость / внутренняя норма доходности / ставка дисконтирования / индекс рентабельности или доход на единицу затрат	5,13 года / 108 300 руб. / 0,032 / 12% / 0,118

Заключение

Предложено применение сетевой солнечной электростанции в качестве энергосберегающего мероприятия для бюджетного учреждения (в данном случае общеобразовательного). Приведена методика расчёта

та выработки солнечной электростанции с учётом координат местности при различных углах наклона модулей.

Обоснован выбор солнечных модулей и сетевого инвертора. Проведён анализ экономической эффективности предложенного энергосберегающего мероприятия на примере общеобразовательного учреждения города Нариманов Астраханской области.

Предложена сетевая солнечная электростанция мощностью 16,2 кВт.

Оценка эффективности проведена путём сопоставления финансовых затрат на реализацию энергосберегающего мероприятия и последующей экономии ресурсов в денежном эквиваленте. Конкретизированы последовательность и условия применения показателей для оценки данного мероприятия. ●



- Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Фед. закон от 23.11.2009 №261-ФЗ.
- Серебряков Д.В. Энергоаудит: на пороге перемен // Энергосбережение, 2012. №1. С. 20–22.
- Об утверждении требований к проведению энергетического обследования и его результатам и правил направления копий энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования: Приказ Минэнерго России от 30.06.2014 №400.
- Об утверждении требований к форме программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства и муниципального образования, организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности, и отчётности о ходе их реализации: Приказ Минэнерго России от 30.06.2014 №398.
- Об установлении объёма энергетических ресурсов в стоимостном выражении для целей проведения обязательных энергетических обследований: Постановление Правительства РФ от 16.08.2014 №818-ПП.
- Зайнутдинова Л.Х. Управление энергосбережением бюджетных образовательных учреждений // Управление и высокие технологии, 2012. №1. С. 164–170.
- Альтернативная энергетика в регионах России: Мат. молод. науч. конф. «АЭР-2018». 5–7 декабря 2018 г. / Под ред. Л.Х. Зайнутдиновой и М.Г. Тягунова. — Астрахань, 2018. 304 с.
- Зайнутдинов Р.А. Опыт внедрения солнечно-ветровых автономных энергетических установок для электроснабжения фермерских хозяйств Астраханской области // Промышленная энергетика, 2013. №5. С. 50–54.
- Зайнутдинов Р.А. Особенности проектирования автономных фотоэлектрических систем // Электротехнические комплексы и системы: Межвуз. науч. сб. — Уфа: УГАТУ, 2014. С. 136–139.
- Зайнутдинов Р.А. Трёхэтапная модель внедрения систем с возобновляемыми источниками энергии в муниципальных образованиях региона (на примере Астраханской области) // Управление и высокие технологии, 2017. №4. С. 125–135.
- Бектемиров М.Н. Проектирование автономной системы энергосбережения с применением солнечных модулей, ветрогенератора и солнечного коллектора для фермерского хозяйства села Сары-Су Чеченской республики. Альтернативная энергетика в регионах России: Мат. молод. науч. конф. «АЭР-2018». 5–7 декабря 2018 г. / Под ред. Л.Х. Зайнутдиновой и М.Г. Тягунова. — Астрахань, 2018. С. 233–237.
- Братышев С.Н., Зайнутдинов Р.А. Солнечная автономная система электроснабжения охотничьей базы. Альтернативная энергетика в регионах России: Мат. молод. науч. конф. «АЭР-2018». 5–7 декабря 2018 г. / Под ред. Л.Х. Зайнутдиновой и М.Г. Тягунова. — Астрахань, 2018. С. 60–65.
- Сетевые солнечные электростанции [Электр. текст]. ООО «Гелиос Хаус». Режим доступа: helios-house.ru. Дата общ.: 02.04.2019.
- Модели счётчиков для солнечных батарей [Электр. текст]. WATTrouter. Режим доступа: wattrouter.ru. Дата общ.: 14.05.2019.
- Каргиев В.М. Соединённые с сетью системы [Электр. текст]. «Ваш солнечный дом». Режим доступа: solarhome.ru. Дата общ.: 07.04.2019.
- Восемь правил выбора ФЭМ [Электр. текст]. «Ваш солнечный дом». Режим доступа: solarhome.ru. Дата общ.: 18.04.2019.
- Семь основных ошибок покупателей солнечных батарей [Электр. текст]. «Ваш солнечный дом». Режим доступа: solarhome.ru. Дата общ.: 21.04.2019.
- Тестирование параметров солнечных батарей [Электр. текст]. «Ваш солнечный дом». Режим доступа: solarhome.ru. Дата общ.: 27.04.2019.
- Солнечный модуль Seraphim SRP-270-6PB [Электр. текст]. Портал «Со светом»; ООО «Энергетический центр». Режим доступа: sosvetom.ru. Дата общ.: 28.04.2019.
- Влияние широты местности на производительность фотоэлектрической установки [Электр. текст]. StudFiles. Режим доступа: studfile.net. Дата общ.: 16.05.2019.
- Photovoltaic Geographical Information System. European Commission. Web-source: re.jrc.ec.europa.eu. Access data: May 24, 2019.
- Сетевой солнечный инвертор Sofar 17000TL (2MPPT) [Электр. текст]. «Со светом»; ООО «Энергетический центр». Режим доступа: sosvetom.ru. Дата общ.: 11.05.2019.
- Узкоспециализированный материал для профессиональных инвесторов и слушателей курса «Секреты фундаментального анализа» [Электр. текст]. Fin-plan; ИП Кошин В.В. Режим доступа: fin-plan.org. Дата общ.: 02.06.2019.

HEATING, HOT WATER AND GAS SUPPLY

The method of estimation of efficiency of use of heat in the turbine exhaust steam for heating. Pp. 30–34.

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

1. G.D. Barinberg, E.I. Benenson. *Vlijanie parametrov svezhego para, promezhutochnogo peregreva i edinichnoj moshhnosti na jekonomicnost' teplofikacionnykh turbin* [The influence of the parameters of fresh steam, intermediate overheating and unit power on the efficiency of cogeneration turbines]. V sb.: Opyt sozdaniya turbin i dizelej [In the coll.: Experience in creating turbines and diesel engines]. Sverdlovsk. *Sredne-Ural'skoe knizhnoe izd-vo* [Middle Ural Book Publishing House]. 1969. Pp. 97–102. [In Russian]
2. S.Ja. Belinskij, Ju.M. Lipov. *Jenergeticheskie ustanovki jelektrostancij: Uchebnik dlja vuzov* [Electric power devices of electric power plants: A textbook for universities]. Moscow. *Jenergija* [“Energy” Publishers]. 1974. 304 p. [In Russian]
3. E.I. Benenson, L.S. Ioffe. *Teplofikacionnye parovye turbiny* [Heating steam turbines]. Moscow. *Jenergija* [“Energy” Publishers]. 1976. 264 p. [In Russian]
4. V.A. Bulanin. *Algoritm ocenki vlijaniya otbora tepla ot turboagregata na ego jekonomicnost'* [Algorithm for assessing the influence of heat removal from a turbine unit on its efficiency]. *Respubl. NTK po jelektravtomatizacii i avtomaticheskomu upravleniju i regulirovaniju proizvodstvennykh processov: Tezisy dokladov* [Republican Scientific and Technical Conference on Electric Automation and Automatic Control and Regulation of Production Processes: Abstracts]. Tashkent. 1975. [In Russian]
5. V.A. Bulanin, E.D. Rodimkin. *Metod analiza jenergoobalansa paroturbinnogo ustanovki* [Method for analyzing the energy balance of a steam turbine plant]. *Jelektricheskie stancii* [“Electric power stations” Magazine]. 1978. No. 11. Pp. 27–31. [In Russian]
6. A.S. Gorshkov. *Tekhniko-jekonomichekije pokazateli teplovykh jelektrostancij* [Technical and economic indicators of thermal power plants]. Moscow. *Jenergoatomizdat* [Publishing House of Energy and Nuclear Industry of the USSR (“Energoatomizdat” Publishers)]. 1984. 240 p. [In Russian]
7. A.M. Komarov, V.V. Luknickij. *Karmannyj spravochnik teplotehnika jelektrostancij* [Pocket reference heat engineering power plants]. Moscow-Leningrad. *GONTI; Red. jenergeticheskoy lit-ry* [State United Scientific and Technical Publishing House of the People's Commissariat of Heavy Industry of the USSR (“GONTI” Publishers); “The editorial office of the energy industry of the USSR” Publishers]. 1939. 208 p. [In Russian]
8. V.I. Grineveckij. *Parovye mashiny. Teorija rabochnogo processa* [Steam engines. Theory of workflow]. Edited by P.M. Solovov. 2nd edition. Moscow. *Gostehizdat* [State Publishing House of Technical and Theoretical Literature of the USSR (“Gostekhizdat” Publishers)]. 1926. 214 p. [In Russian]
9. S.L. Pruzner, A.N. Zlatopol'skij, A.M. Nekrasov. *Jekonomika jenergetiki SSSR* [An economics of the energy industry of the USSR]. Moscow. *Vysshaja shkola* [“Higher education” Publishing House]. 1979. 471 p. [In Russian]
10. V.A. Ryzhkin, A.M. Kuznecov. *Analiz teplovykh shem moshnykh kondensacionnykh blokov* [Analysis of thermal circuits of powerful condensing units]. Moscow. *Jenergija* [“Energy” Publishers]. 1972. 272 p. [In Russian]
11. Ja.M. Rubinshtejn, M.I. Shhepetil'nikov. *Issledovanie real'nykh teplovykh shem TJeS i AJeS* [The study of real thermal schemes of thermal power plants and nuclear power plants]. Moscow. *Jenergoizdat* [Publishing House of Energy Industry of the USSR (“Energoizdat” Publishers)]. 1982. 272 p. [In Russian]
12. V.A. Ryzhkin. *Teplovyje jelektricheskie stancii: Uchebnik dlja vuzov* [Thermal power plants: A textbook for universities]. Moscow. *Jenergija* [“Energy” Publishers]. 1976. 448 p. [In Russian]
13. Ja.M. Rubinshtejn. *Issledovanie regenerativnogo processa v paroturbinnnykh ustanovkakh* [The study of the regenerative process in steam turbine plants]. Part I, II. Moscow. *Izvestija VTI* [Bulletin of the All-Russian Thermotechnical Institute]. 1929. No. 1. Pp. 26–46; 1929. No. 9. Pp. 3–38. [In Russian]
14. E.A. Sokolov. *Teplofikacija i teplovyje seti* [Heating and heating networks]. Moscow. *Jenergija* [“Energy” Publishers]. 1978. 376 p. [In Russian]

AIR CONDITIONING AND VENTILATION

Multi-layer facade panel with air gap for energy-efficient buildings with renewable energy complex. Pp. 36–40.

Ekaterina P. Sharovarova, assistance lecturer of the Department of CAD Systems in Civil Engineering (CADSCE), Institute of Civil Engineering and Architecture (ICEA), Ural Federal University (UrFU), leading architect in “Techcon”, Ltd. (Ekaterinburg city); **Sergei E. Shcheklein**, PhD, Professor, Head of the Department of Nuclear Power Plants and Renewable Energy Sources, Ural Power Engineering Institute, UrFU; **Vladimir N. Alekhin**, PhD, Professor, Head of the Department of CADSCE, ICEA UrFU; **Ivan A. Stepanov**, a graduate of the Department of CADSCE, ICEA UrFU

1. M. Roser, H. Ritchie, E. Ortiz-Ospina. World population growth. “Our World in Data” on May 2019. Web-source: ourworldindata.org. Access data: February 2, 2020.
2. H. Ritchie, M. Roser. CO₂ and greenhouse gas emissions. “Our World in Data” on December 2019. Web-source: ourworldindata.org. Access data: February 4, 2020.
3. H. Ritchie, M. Roser. CO₂ and greenhouse gas emissions: Global average temperature anomaly graph data. “Our World in Data” on December 2019. Web-source: ourworldindata.org. Access data: February 6, 2020.
4. *Patent of Russia No. 191998 (RU)*. IPC E04F 13/075, E04F 13/077. *Mnogoslojnjaja fasadnaja panel'* [Multi-layer facade panel]. V.N. Alehin, E.P. Sharovarova, A.M. Budarin. Decl. on November 28, 2018. Publ. on August 29, 2019. Bull. No. 25. [In Russian]
5. S.N. Derbina, P.V. Boriskina, A.A. Plotnikov. *Jevolucija konstruktivnykh reshenij svetoprozrachnykh fasadov* [An evolution of design solutions for translucent facades]. *Vestnik MGSU* [Vestnik MGSU (Monthly Journal on Construction and Architecture)]. 2011. No. 2. Pp. 26–35. [In Russian]
6. Ali Ghaffarianhoseini, Amir. Ghaffarianhoseini, U. Berardi, J. Tooley, D. Hin Wa Li, Sh. Karimnia. Exploring the advantages and challenges of double-skin facades (DSFs). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 60. Pp. 1052–1065.

ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

The analysis of efficiency of application of network solar power stations for energy saving in budgetary institutions. Pp. 56–62.

Sergey N. Bratshev, postgraduate student, assistant; **Larisa Kh. Zaynutdinova**, PhD, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department, the Department of Electrical Equipment, Electronics and Automatic Equipment, the Faculty of Physics and Technology, Astrakhan State University (ASU); **Rustem A. Zaynutdinov**, PhD, Head of “Alternative Power Engineering” Scientific and Education Center of ASU (Astrakhan city)

1. *Ob jenergoberezhenii i o povyshenii jenergeticheskoy jeffektivnosti i o vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii: Fed. zakon ot 23.11.2009 №261-FZ* [On energy conservation and on improving energy efficiency and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation. Federal Law No. 261-FL of November 23, 2009]. [In Russian]
2. D.V. Serebrjakov. *Jenergoaudit: na poroge premen* [Energy audit: on the verge of change]. *Jenergoberezhenie* [“Energy saving” Magazine]. 2012. No. 1. Pp. 20–22. [In Russian]
3. *Ob utverzhenii trebovanij k provedeniju jenergeticheskogo obsledovanija i ego rezul'tatam i pravil napravlenija kopij jenergeticheskogo pasporta, sostavlenno po rezul'tatam objazatel'nogo jenergeticheskogo obsledovanija: Prikaz Minjenergo Rossii ot 30.06.2014 №400* [On approval of the requirements for conducting an energy audit and its results and the rules for sending copies of an energy passport compiled from the results of a mandatory energy audit. Order of the Ministry of Energy of Russia No. 400 of June 30, 2014]. [In Russian]
4. *Ob utverzhenii trebovanij k forme programm v oblasti jenergoberezhenija i povyshenija jenergeticheskoy jeffektivnosti organizacij s uchastiem gosudarstva i municipal'nogo obrazovanija, organizacij, osushhestvlyajushihh reguliruemye vidy dejatel'nosti, i otchetnosti o hode ih realizacii: Prikaz Minjenergo Rossii ot 30.06.2014 №398* [On approval of the requirements for the form of programs in the field of energy conservation and energy efficiency of organizations with the participation of the state and the municipality, organizations engaged in regulated activities, and reporting on the progress of their implementation. Order of the Ministry of Energy of Russia No. 398 of June 30, 2014]. [In Russian]
5. *Ob ustanovlenii ob'ema jenergeticheskikh resursov v stoimostnom vyrazhenii dlja celej provedenija objazatel'nykh jenergeticheskikh obsledovanij: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 16.08.2014 №818-PP* [On establishing the amount of energy resources in value terms for the purpose of conducting mandatory energy surveys. Decree of the Government of the Russian Federation No. 818-GD of August 16, 2014]. [In Russian]
6. L.H. Zajnutdinova. *Upravlenie jenergoberezheniem bjudzhetnykh obrazovatel'nykh uchrezhdenij* [Energy-saving management of budgetary educational institutions]. *Upravlenie i vysokie tehnologii* [“Management and High Technology” Magazine]. 2012. No. 1. Pp. 164–170. [In Russian]
7. *Alternativnaja jenergetika v regionah Rossii: Materialy molodezhnoj nauchnoj konferencii “AJeR-2018”* [Alternative energy in the regions of Russia. Proc. of the “AJeR-2018” Youth Scientific Conference]. December 5–7, 2018. Edited by L.Kh. Zajnutdinova and M.G. Tjagunov. Astrakhan. 2018. 304 p. [In Russian]
8. R.A. Zajnutdinov. *Opyt vnedrenija solnechno-ventrovnykh avtonomnykh jenergeticheskikh ustanovok dlja jelektronsnabzhenija fermerskikh hozjajstv Astrahanskoy oblasti* [Experience in introducing solar-wind autonomous power plants for power supply to farms in the Astrakhan region]. *Promyshlennaja jenergetika* [“Industrial power” Magazine]. 2013. No. 5. Pp. 50–54.
9. R.A. Zajnutdinov. *Osobennosti proektirovanija avtonomnykh fotoelektricheskikh sistem* [Design features of autonomous photovoltaic systems]. *Jelektrontechnicheskie komplekxy i sistemy: Mezhdunarodnyj nauchnyj sbornik* [Electrotechnical complexes and systems: Interuniversity scientific collection]. Ufa. UGATU [Ufa State Aviation Technical University]. 2014. Pp. 136–139. [In Russian]
10. R.A. Zajnutdinov. *Trehj etapnaja model' vnedrenija sistem s vozobnovljajemyimi istochnikami jenerгии v municipal'nykh obrazovaniyakh regiona (na primere Astrahanskoy oblasti)* [Three-stage model for the introduction of systems with renewable energy sources in the municipalities of the region (on the example of the Astrakhan region)]. *Upravlenie i vysokie tehnologii* [“Management and High Technology” Magazine]. 2017. No. 4. Pp. 125–135. [In Russian]
11. M.N. Bektemirov. *Proektirovanie avtonomnoj sistemy jenergoberezhenija s primeneniem solnechnykh moduljev, vetrogeneratora i solnechnogo kollektora dlja fermerskogo hozjajstva sela Sary-Su Chechenskoy respubliky* [Designing an autonomous energy saving system using solar modules, a wind generator and a solar collector for a farm in the Sary-Su settlement of the Chechen Republic]. *Alternativnaja jenergetika v regionah Rossii: Materialy molodezhnoj nauchnoj konferencii “AJeR-2018”* [Alternative energy in the regions of Russia: Proc. of the “AJeR-2018” Youth Scientific Conference]. December 5–7, 2018. Edited by L.Kh. Zajnutdinova and M.G. Tjagunov. Astrakhan. 2018. Pp. 233–237. [In Russian]
12. S.N. Bratshev, R.A. Zajnutdinov. *Solnechnaja avtonomnaja sistema jelektronsnabzhenija ohotnich'ej bazy* [Solar autonomous power supply system of the hunting base]. *Alternativnaja jenergetika v regionah Rossii: Materialy molodezhnoj nauchnoj konferencii “AJeR-2018”* [Alternative energy in the regions of Russia: Proc. of the “AJeR-2018” Youth Scientific Conference]. December 5–7, 2018. Edited by L.Kh. Zajnutdinova and M.G. Tjagunov. Astrakhan. 2018. Pp. 60–65. [In Russian]
13. *Setevye solnechnye jelektrostancii* [Networked solar power plants]. OOO “Helios Haus” / Helios House Co., Ltd. Web-source: helios-house.ru. Access data: 10.01.2020. [In Russian]
14. *Modeli schetchikov dlja solnechnykh batarej* [Models of meters for solar panels]. WATTrouter. Web-source: wattrouter.ru. Access data: 10.01.2020. [In Russian]
15. V.M. Kargiev. *Sodinenennye s set'ju sistemy* [Connected to a network system]. “Vash solnechnyj dom” [Your sunny home]. Web-source: solarhome.ru. Access data: 10.01.2020. [In Russian]
16. *Vosem' pravil vybora FJeM* [Eight rules for choosing photovoltaic modules]. “Vash solnechnyj dom” [Your sunny home]. Web-source: solarhome.ru. Access data: 11.01.2020. [In Russian]
17. *Sem' osnovnykh oshibok pokupatelej solnechnykh batarej* [Seven major mistakes buyers of solar panels]. “Vash solnechnyj dom” [Your sunny home]. Web-source: solarhome.ru. Access data: 11.01.2020. [In Russian]
18. *Testirovanie parametrov solnechnykh batarej* [Testing the parameters of solar panels]. “Vash solnechnyj dom” [Your sunny home]. Web-source: solarhome.ru. Access data: 13.01.2020. [In Russian]
19. *Solnechnyj modul' Seraphim SRP-270-6PB* [Solar module Seraphim SRP-270-6PB]. “So svetom”; OOO “Jenergeticheskij centr” [“With the light on”; “Energy Center, LLC]. Web-source: sosvetom.ru. Access data: 13.01.2020. [In Russian]
20. *Vlijanie shirotы mestnosti na proizvoditel'nost' fotoelektricheskoy ustanovki* [The effect of latitude on the performance of a photovoltaic installation]. *StudFiles*. Web-source: studfile.net. Access data: 13.01.2020. [In Russian]
21. Photovoltaic Geographical Information System. European Commission. Web-source: re.jrc.ec.europa.eu. Access data: 14.01.2020.
22. *Setevoj solnechnyj invertor Sofar 17000TL (2MPPT)* [Network solar inverter Sofar 17000TL (2MPPT)]. “So svetom”; OOO “Jenergeticheskij centr” [“With the light on”; “Energy Center, LLC]. Web-source: sosvetom.ru. Access data: 15.01.2020. [In Russian]
23. *Uzskospecializirovannyy material dlja professional'nykh investov i slushatelej kursa Fin-plan “Sekrety fundamental'nogo analiza”* [Highly specialized material for professional investors and students of the “Secrets of Fundamental Analysis” class from the Fin-plan]. *Fin-plan; IP Koshin V.V.* [V.V. Koshin, the individual entrepreneur]. Web-source: fin-plan.org. Access data: 15.01.2020. [In Russian]

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



**XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ

BOILERS AND BURNERS

6-9 октября 2020
Санкт-Петербург

X Международный конгресс

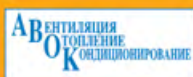


**Энергосбережение и
энергоэффективность –
динамика развития**

ОРГАНИЗАТОР: **FarEXPO**   

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

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:



27-29 ОКТЯБРЯ 2020
МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

HEAT&POWER



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



■ **6673** посетителя —
конечные заказчики
и дилеры продукции для
теплоэлектроснабжения

■ **4000 м²** площадь
выставочной экспозиции

Организатор



Международная
Выставочная
Компания

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

ЗАБРОНИРУЙТЕ СТЕНД
heatpower-expo.ru

• Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Тверь • Тула • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Чебоксары • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Пенза • Саратов • Саранск • Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Брянск • Владимир • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Тверь • Тула • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Чебоксары • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Пенза • Саранск • Саратов • Москва • Санкт-Петербург • Брянск • Владимир • Калуга • Белгород • Воронеж • Тверь • Липецк • Тула • Рязань • Великий Новгород • Чебоксары • Набережные Челны • Казань



LUNDA

для профессионалов

Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Ростов-на-Дону • Сочи • Пенза • Саратов • Саранск • Москва • Санкт-Петербург • Белгород • Казань • Владимир • Воронеж • Великий Новгород • Калуга • Петрозаводск • Липецк • Рязань • Казань • Чебоксары • Набережные Челны • Тверь • Тула • Ростов-на-Дону • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск • Сочи • Пенза • Владимир • Нижний Новгород • Саранск • Москва • Санкт-Петербург • Саратов • Белгород • Брянск • Воронеж • Калуга • Липецк • Рязань • Чебоксары • Тверь • Тула • Великий Новгород • Петрозаводск • Казань • Набережные Челны • Нижний Новгород • Брянск • Самара • Волгоград • Краснодар • Новороссийск •

www.lunda.ru