

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ
МИНЕРАЛОВ ЦЕОЛИТА
И ШУНГИТА С ВОДОЙ

34

О ВЛИЯНИИ ПОТОКА
ВОЗДУХА НА РАБОТУ
ВЫТЯЖНОГО ЗОНТА

62

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ
ДОЛЖНА СТАТЬ
НОРМИРУЕМОЙ

66



№8 АВГУСТ 2015

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
ОТРАСЛЕВОЙ
ЖУРНАЛ

САНТЕХНИКА

ОТОПЛЕНИЕ

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ



Современные технологии по доступной цене!

Bosch GAZ 2500F – сделано в России.

Новый напольный газовый котел
Bosch GAZ 2500F – стабильная
работа Вашей котельной.



На правах рекламы

- Современная система управления
- Неприхотливость к перепадам напряжения (176–230 В) и давления газа (8–25 мбар)
- Модулируемая мощность
- Срок службы – 15 лет



BOSCH

Разработано для жизни

ПОТРЕБЛЯЙТЕ МЕНЬШЕ, ДЕЛАЙТЕ БОЛЬШЕ

Достигните нового уровня эффективности и производительности с новой линейкой энергоэффективных консольных и линейных насосов Lowara.

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



protherm

Отопление. Просто.



НАСТЕННЫЙ ГАЗОВЫЙ КОТЕЛ
ПРОТЕРМ ПАНТЕРА



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

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

Protherm – лидер Российского рынка отопления*



Узнай больше
о технике
со смартфона
или планшета



[Максим Шахов: локализация для нас – не главное](#)

В эксклюзивном интервью генеральный директор ООО «Вайлант Груп Рус» Максим Шахов поделился с главным редактором журнала С.О.К. Александром Гудко своим видением ситуации на российском рынке, расставил бизнес-акценты компании, а также рассказал о планах её развития на будущее.

18



[Виктор Васильев: подделок нашей продукции на рынке нет](#)

Генеральный менеджер Henco Industries по России и СНГ Виктор Васильев посетил редакцию журнала С.О.К. и дал эксклюзивное интервью. Топ-менеджер рассказал главному редактору Александру Гудко о том, как чувствует себя Henco в непростой экономической обстановке, и об аспектах текущей политики компании.

22



[Аэрономные системы автономного энергоснабжения](#)

В этой статье дана оценка проблем реализации беспловного энергоснабжения (тепло и электроэнергия) изолированных потребителей России малой мощности на базе совместного использования ветроэнергетических установок и прогрессивных систем пневматической аккумуляции и преобразования энергии.

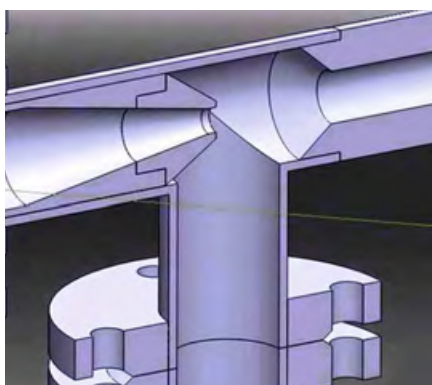
45



[Подготовка специалистов по использованию тепловых насосов](#)

В РГСУ создан спецкласс с разработанной комбинированной схемой тепло- и холодоснабжения здания — специально для изучения режимов работы ТНУ. В состав установки входит геотермальный тепловой насос, гелиоустановка, конденсационные и традиционные котлы и другое оборудование.

54



[Полный тепловой и гидравлический расчёт водоструйных элеваторов](#)

Мы продолжаем публикацию серии статей, посвящённых энергоэффективности систем обеспечения параметров микроклимата. На этот раз авторы предлагают вниманию читателей полный тепловой и гидравлический расчёт водоструйных элеваторов.

57



[История развития фотоэлектрической энергетики в России](#)

Показаны этапы развития солнечной фотоэлектрической энергетики в России с 1958 по 2015 годы, включая создание солнечных элементов, космических солнечных батарей, наземную энергетику. Рассказано о ведущей роли российских учёных в развитии кремниевой технологии солнечных элементов и модулей.

88

Новости	4
Событие	
Совещание по вопросам развития энергосервиса	12
Новая магистерская программа ИГАСУ «Энергосбережение и энергоэффективность в зданиях»	14
ENES'2015. Лучшие энергосберегающие и энергоэффективные технологии на одной площадке	17
Интервью	
Максим Шахов: локализация для нас — не главное	18
Виктор Васильев: подделок нашей продукции на рынке нет	22
Сантехника	
К вопросу долговечности напорных трубопроводов из металлополимерных труб	26
Очистные сооружения: современные технологии и оборудование	32
Математическая модель взаимодействия минералов шунгита и цеолита с водой	34
Отопление	
Конденсационные котлы Bosch: преимущества технологии	40
Ваш надёжный Partner	42
Подходы к созданию автономных систем автономного энергоснабжения	45
Naier: комфорт в доме при любой погоде за окном	52
Подготовка специалистов по использованию тепловых насосов в комбинированных схемах тепло- и холодоснабжения зданий	54
Энергоэффективность систем обеспечения параметров микроклимата. Продолжение цикла статей	57
Кондиционирование	
Инновации в измерительных технологиях для систем вентиляции и кондиционирования воздуха	60
Численное моделирование влияния бокового потока воздуха на работу вытяжного зонта	62
Энергосбережение	
Энергоэффективность должна стать нормируемой	66
Контроль энергоэффективности при осуществлении государственного строительного надзора	68
О нюансах развития возобновляемой энергетики в России и в мире	72
Конгресс «Возобновляемая энергетика XXI век: энергетическая и экономическая эффективность»	79
Изменения климата и ВИЭ — мнения, факты, прогнозы	80
История развития солнечной фотоэлектрической энергетики в России	88

Одной строкой

- До 2024 года продлён срок действия программы поддержки ветрогенерации на оптовом рынке электрической энергии и мощности России.
- Потребность американских потребителей в портативных осушителях растёт; ожидается, что объёмы продаж увеличатся на 25% к 2020 году.
- Midea Group основала на территории своей штаб-квартиры в Шунде аналог американской «Кремниевой долины».
- Компания NV Energy подписала контракт на закупку электроэнергии у владельцев солнечной станции Playa Solar (100 МВт) по рекордно низкой цене в \$0,0384 за 1 кВт·ч.
- Консолидированный объём продаж корпорации Panasonic во II квартале 2015 года финансового года увеличился до 1857,8 млрд иен по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.
- Компания REHAU создала «Клуб монтажников» — профессиональную площадку, позволяющую наладить долгосрочную коммуникацию между участниками рынка.
- Ян Питер Тевес с 1 сентября 2015 года стал исполнительным вице-президентом подразделения «Строительные решения — Европа» и членом исполнительного комитета компании Uropog.
- Германо-иранский девелопер Arvand Co. подписал договор на строительство ветряной фермы в южном Иране. Ферма мощностью в 48 МВт обойдётся инвесторам в \$46 млн.
- Проект Stratego стартовал при финансировании Евросоюза. Его цель — помочь властям планировать развитие ВИЭ. Пяти европейским странам предложено вложить £810 млрд до 2050 года для снижения общей годовой стоимости энергии на примерно 15%.
- Самое масштабное заражение легионеллёзом в истории произошло в конце июля в Южном Бронксе (Нью-Йорк). Жертвами стали 108 человек, десять из них скончались. Власти провели проверку 17 градирен и нашли болезнетворную бактерию в пяти из них.
- Исследователи из Университета Токио обнаружили новый тип материала, сохраняющего тепловую энергию в течение долгого времени. Учёные назвали его «сохраняющая тепло керамика». Материал отдаёт сохранённую тепловую энергию при применении слабого давления.



Vaillant Group

Салон отопления Vaillant открылся в Великом Новгороде

Компания «Вайлант Групп Рус» совместно со своим партнёром ГК «Пионер Сервис» открыла шоу-рум отопительных систем Vaillant и Protherm. Торжественное открытие шоу-рума состоялось в торговом центре «Фобос» по адресу: улица Народная, дом 8а. На открытие салона отопления пригласили клиентов фирмы, проектировщиков, монтажников, представителей городской администрации, газораспределительных и строительных компаний. Из Москвы и Санкт-Петербурга прибыли руководители российского подразделения фирмы Vaillant. Символическую ленточку перерезали Кирилл Самойлов, исполнительный директор группы компаний «Пионер Сервис», и Андрей Назарихин, директор Департамента маркетинга компании «Вайлант Групп Рус». — Мы хотели создать в городе место, где в уютной атмосфере шоу-рума мы могли бы показать клиентам новейшее

немецкое оборудование и рассказать им о его возможностях, — говорит Кирилл Самойлов. — В торговом зале у нас есть клиентская зона, где в комфортной обстановке посетители смогут обсудить схему отопления и горячего водоснабжения жилого дома или коттеджа и подобрать оптимальное оборудование. Бизнес в Новгороде планируем развивать в три этапа: розничная продажа оборудования, поставка запчастей и, наконец, открытие сервисного центра. Оно запланировано на ноябрь. Андрей Назарихин, директор Департамента маркетинга ООО «Вайлант Групп Рус», отметил важность развития розничной сети Vaillant в Северо-Западном регионе: «Мы убеждены, что наши конечные клиенты и специалисты — архитекторы, проектировщики, монтажники, газовики — смогут подобрать здесь отопительную технику на любой вкус и бюджет».

«Белая Гвардия»

Новая линейка приточно-вытяжных систем Dantex DV-HRE

В 2015 году Dantex представил новую линейку приточно-вытяжных систем с рекуперацией тепла DV-HRE. Основные особенности данной системы: моноблочная конструкция; встроенный блок управления и проводной контроллер с функцией поддержания температуры приточного воздуха и отдельным датчиком температуры в приточном воздухово-

де; встроенный или выносной дополнительный электрический нагреватель; пластинчатый рекуператор с эффективностью до 70%. К основным преимуществам приточно-вытяжных систем относятся: рекуперация тепла, за счёт чего значительно снижаются энергозатраты на климатическое оборудование; комфортный воздухообмен, который достигается благодаря тому, что циркуляция воздуха между помещением и внешней средой происходит одновременно в обоих направлениях, и в помещении сохраняется оптимальная температура, поэтому даже на объектах без окон возможно организовать активный воздухообмен; отличная звукоизоляция, которую обеспечивает теплообменник ПВУР.



Новый твердотопливный котёл Buderus Logano S131 H

Компания «Бош Термотехника» представила новый твердотопливный котёл Buderus Logano S131 H. Данная разработка приходит на смену бестселлеру продаж Logano S111-2. В новинке реализованы самые смелые задумки инженеров, жёсткие требования потребителей и, конечно, пожелания установщиков отопительного оборудования. Усовершенствован дизайн котла, полностью изменена камера сгорания и механизм подачи топлива, внедрён новый механизм управления растопочной заслонкой. Buderus Logano S131 H отвечает высоким требованиям по экологичности и эффективности, котёл соответствует 3 классу по шкале Class EN 303-5. Модельный ряд представлен мощностями от 15 до 45 кВт. Такая мощность позволит обеспечить теплом и опционально горячей водой как небольшой частный дом, так и коттеджи площадью до 400 м². Благодаря тому, что присоединительные размеры котла



остались такими же, как у предшественника, потребитель может смело его брать на замену S111-2 и уже в предстоящем отопительном сезоне опробовать все преимущества новинки. Продажи Buderus Logano S131 H стартовали в августе 2015 года.



Изменение латунных фитингов Henco

В связи с выходом новой редакции «Постановления о питьевой воде» ЕС во многих странах произошли изменения национальных стандартов. Для соответствия всем национальным нормам Henco решил перейти на латунь, которая безопасно применяется во всех странах, за исключением стран Скандинавии, где Henco будет предлагать особое решение по латуни. По латунным пресс-фитингам с «детекцией утечки», в 2015 году Henco будет переходить от покрытия оловом к фитингам без обработки поверхности, но выполненных из сплава, соответствующего «Постановлению о питьевой воде» ЕС. По обжимным фитингам в 2015 году Henco будет переходить от покрытия оловом к никелированию. Никель будет находиться только на поверхности фитинга. Части, находящиеся в контакте с питьевой водой, будут выполняться без дополнительной обработки поверхности.

Vogel & Noot

Встроенный термостатический клапан с пониженной пропускной способностью



Vogel & Noot представил на российском рынке интегрированный в конструкцию радиаторов с нижним подключением термостатический клапан-вставку с пониженной пропускной способностью. Уникальность данного термостатического клапана заключается в его технических преимуществах и адаптивности к различным системам отопления. Большинство применяемых различными производителями радиаторов интегрированных термостатических клапанов-вставок рассчитаны на большую величину расхода теплоносителя, и с их помощью сложно, а порой и невозможно, обеспечить гидравлическую увязку проектируемой современной энергоэффективной системы отопления, поскольку максимальный расход позволял использовать

одну и ту же клапанную вставку и в двухтрубных, и в однотрубных системах отопления с высокими расходами.

Минимальная пропускная способность нового термостатического клапана-вставки Vogel & Noot составляет 0,04 м³/ч, что позволяет обеспечить гидравлическое регулирование практически любой системы отопления. Полная техническая информация о клапане с пониженной пропускной способностью, включая диаграммы потерь давления, представлена в технических каталогах Vogel & Noot. Стоимость радиаторов с клапанной вставкой с пониженной пропускной способностью не отличается от стоимости радиаторов со стандартной термостатической вставкой.

Стоит также отметить, что встроенные в радиаторы Vogel & Noot стандартные термостатические клапаны имеют заводскую предварительную настройку на определённую пропускную способность в зависимости от типоразмера радиатора. Это позволяет сократить объём пусконаладочных работ монтируемой системы отопления. При необходимости возможно установить любое значение пропускной способности в регулируемом диапазоне, вне зависимости от предварительной настройки клапана на заводе.

Новое устройство плавного пуска Grancontrol 3V40 от компании АДЛ

Компания АДЛ сообщает о начале продаж новой серии 3V40 устройств плавного пуска собственной торговой марки Grancontrol. Новинка пришла на смену старой серии УПП Grancontrol 3P40, которая будет изъята из продажи до конца 2015 года. Устройство плавного пуска Grancontrol 3V40 предназначено для плавного пуска и останова трёхфазных двигателей. Плавный пуск двигателя обеспечивается за счёт изменения уровня напряжения, подаваемого на двигатель, а управление происходит по двум фазам. Новая разработка имеет ограничение времени разгона и поддерживает защиту от неправильной последовательности и перекося фаз, отклонения напряжения и частоты, заклинивания ротора (доступно во время пуска) и перегрева. Кроме того, все серии УПП Grancontrol имеют встроенный шунтирующий контактор, обеспечивающий максимальное количество пусков в час.



Антикризисное решение – Henco RIXc

Компания Henco сделала цены на трубу RIXc еще привлекательнее. Henco RIXc — это первоклассная металлополимерная труба (5 класс эксплуатации при 10 бар). Структура трубы PE-Xc/Al/PE-Xc говорит о высочайшем качестве продукта: оба слоя трубы сшиты электронным методом, который доступен лишь немногим производителям и высоко ценится на рынке из-за ряда преимуществ. Труба Henco RIXc также позволяет экономить на своей универсальности. Не нужно выбирать между давлением на 6 и 10 бар, между системами для отопления/водоснабжения/тёплого пола. Труба RIXc совместима со всеми фитингами Henco. Несмотря на высокое качество RIXc, по цене с ней могут конкурировать только неевропейские производители и сурrogаты типа PE-RT или ПП-труб.

Начало выпуска новой модификации муфт Frialen

Немецкая компания Friatec AG объявила о начале выпуска новой модификации муфт Frialen UB SDR17. Муфты предназначены для сварки труб с диапазоном размерного отношения от SDR17 до SDR26 и рабочим давлением до 10 бар для воды и до 5 бар для газа. Новинка имеет улучшенные геометрические характеристики, обеспечивающие большую глубину сопряжения муфты и трубы. Благодаря наличию внешнего армирования обеспечивается оптимальное давление расплава в месте сварки и не требуется использование стяжных ремней. Для компенсации излишнего кольцевого зазора между муфтой и трубой для муфт UB, начиная с диаметра 560 мм, применяется технология предварительного прогрева.

«Бош Термотехника»

Запуск продаж напольного газового котла GAZ 2500 F



17 августа 2015 года компания «Бош Термотехника» начала продажи нового напольного газового атмосферного котла Bosch GAZ 2500 F. Он разработан специально для России с учётом мнений профессионалов рынка и потребностей покупателей. Агрегат производится на российском заводе компании в городе Энгельсе Саратовской области.

Ключевыми конкурентными преимуществами нового котла являются современная система управления, возможность работы на пониженном давлении газа от 5 мбар и напряжении от 176 В, высокий КПД до 92%, а также горелка с модулирующей мощностью. Высококачественный стальной теплообменник допускает более значительные перепады температуры по сравнению с чугунными аналогами. Срок службы котла является рекордным для российского рынка и составляет 15 лет. Функционал GAZ 2500 F также включает в себя возможность управления насосом контура отопления и ГВС уже в базовой конфигурации, широкий диапазон модуляции мощности, наличие современного информативного LCD-дисплея, а также возможность подключения многофункционального регулятора стандарта OpenTherm. Линейка котлов представлена моделями мощностью 20, 25, 30, 40 и 50 кВт, что является достаточным для обеспечения теплом и горячей водой как небольших частных домов, так и коттеджей до 500 м².

Giacomini

Новая система трубопроводов из сшитого полиэтилена PE-X от Giacomini

Итальянский производитель Giacomini S.p.A. начал поставки в Россию новой трубопроводной системы из сшитого полиэтилена PE-X. Новинку, получившую название Giacomini GX, отличают высокие характеристики рабочего давления и температуры, ускоренный монтаж и привлекательная стоимость. В основе новой системы трубопроводов Giacomini GX — трубы из сшитого полиэтилена PE-X, латунные фитинги с особым профилем и монтажные кольца из технополимера. Монтаж производится за счёт расширения трубы с установленным на нём полимерным кольцом, которое после установки фитинга сжимается вследствие эффекта «памяти формы» и в течение одной минуты обеспечивает надёжное соединение. Система GX имеет рабочее давление 10 бар для всех классов эксплуатации, включая 5-й (рабочая температура до 90 °С), и 50-летний расчётный срок эксплуатации. Трубы и фитинги пригодны для питьевой воды. Такие показатели позволяют без ограничений применять данные трубопроводы в системах отопления

и водоснабжения многоэтажных и высотных зданий.

Преимуществом системы GX является быстрый монтаж всего за одну операцию — требуется только расширить трубу с кольцом, при этом используется всего один инструмент. Тесты подтверждают высокие



показатели прочности — испытание системы избыточным давлением в разных режимах указывают на её превосходство перед подавляющим большинством аналогичных систем, в настоящий момент представленных на российском рынке. К плюсам системы GX также следует отнести её невысокую стоимость.

Kampmann

Гибкая система охлаждения воздуха KaDeck

Летом 2015 года компания Kampmann представила российскому рынку сверхплоскую систему кондиционирования KaDeck. Благодаря своей компактности система универсальна: она может монтироваться на потолке или в подвесной конструкции, с размещением в центре комнаты или у стены. Система KaDeck создана специально для централизованного кондиционирования офисных и административных центров, а также гостиничных комплексов. Оборудование может применяться как при возведении новых объектов, так и при реконструкции. Блоки системы KaDeck закрываются металлическим дизайнерским экраном. Это позволяет оборудованию органично вписываться в любой интерьер. Оборудование отличается компактностью — длина видимой части встроенных моделей всего 1180 мм, а ширина — 450 или 580 мм. Оборудование KaDeck оснащено энергосберегающими ЕС-вентиляторами с плавным регулированием скорости вращения. Регулируются необходимые параметры вручную или при помощи панели управления KaControl с интуитивно понятным интерфейсом. Последняя позволяет задавать алгоритмы функционирования системы кондиционирования в зависимости, например, от времени суток или продолжительности рабочего дня.

«Кашира-Пласт»

Радиаторы Compire от «Кашира-Пласт»



В 2015 году компания «Кашира-Пласт» начала производство алюминиевых и биметаллических радиаторов, которые ожидаются на складе компании уже осенью. Биметаллические радиаторы Compire Bi 500/80 являются полностью биметаллическими — все теплопроводные каналы радиатора выполнены из коррозионно-стойкой стали. Такая конструкция отличается повышенной устойчивостью к высокому давлению и гидроударам, которые случаются в многоэтажных зданиях. Это отличие является значительным преимуществом перед распространёнными «полубиметаллическими» радиаторами отопления, в которых из стали изготовлены только вертикальные теплопроводные каналы, а горизонтальные теплопроводные каналы изготовлены из алюминия. Алюминиевые радиаторы Compire Al

500/80, Compire Al 350/80 отличаются увеличенным диаметром теплопроводных каналов, что исключает возможность засорения. Также к преимуществам алюминиевых радиаторов Compire относятся выгодная цена и усиленная конструкция. Гарантия на все радиаторы Compire — 10 лет. Радиаторы Compire застрахованы на сумму в 10 млн руб.

Rothenberger

Промывочный компрессор Ropuls EDM



Компания Rothenberger представила новый промывочный компрессор Ropuls EDM («Ропульс EDM») для простой и надёжной промывки труб от накипи, ржавчины, отложений с функцией протоколирования. Новый компрессор Ropuls EDM для промывки систем отопления и водоснабжения в том числе питьевых водопроводов способен пересылать протоколы в формате PDF на электронные устройства. Новая функция «управление электронными данными» включает в себя бесплатное приложение, лёгкое в установке и использовании.

Устройство Bluetooth позволяет передавать информацию о процессе промывки напрямую в компьютер. Информация в режиме реального времени может отображаться на экране принимающего устройства. Основное назначение Ropuls EDM — промывка систем отопления и водопроводов питьевой воды в соответствии со стандартами EN 806 / DIN 1988. Устройство имеет два импульсных режима, позволяющих прочищать системы трубопроводов водовоздушной смесью. Ещё одна область применения Ropuls EDM — химическая промывка систем отопления с помощью комплекта Roclean («Роклин»).

WOLF

**ОТОПИТЕЛЬНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ
ИЗ ГЕРМАНИИ**



телефон горячей линии
(бесплатно):
8 - 800 - 100 - 21 - 21

www.wolfrus.ru



Глобальная роботизация производства MDV

В рамках масштабной программы по автоматизации заводов корпорации Midea — производителя профессионального климатического оборудования под брендом MDV, к концу 2015 года штат работников пополнится ещё 600 промышленными роботами. Общее количество роботов, занятых на предприятиях корпорации, превысит 1400 единиц. В августе в городе Шунде (Китай) Midea подписала соглашение о сотрудничестве с ведущим мировым разработчиком промышленных роботов и автоматизированных технологий — японской корпорацией Yaskawa. Многочисленные технические изобретения и 100-летний опыт Yaskawa ценятся во всём мире.

Supra анонсировала кондиционеры с удалённым управлением по Wi-Fi

Компания анонсировала выпуск инверторных кондиционеров Supra SA09IDCW и SA12IDCW, оснащённых Wi-Fi модулем. Использование беспроводной связи позволит владельцам такого кондиционера управлять его работой через интернет. Контролировать можно работу режимов кондиционера и, конечно, температуру воздуха. От пользователя требуется лишь скачать мобильное приложение Cloud AC для iOS или Android и активировать его, просканировав QR-код из инструкции кондиционера. После активации пользователь может не только менять погоду в доме или офисе на расстоянии, но и программировать различные режимы работы кондиционера. При этом один смартфон может контролировать несколько кондиционеров Supra, разбросанных по дому или офисному пространству.

«Майбес РУС»

Насосно-смесительный модуль Kombimix с энергоэффективными насосами Wilo



Компания «Майбес РУС» сообщила, что насосно-смесительный модуль Meibes Kombimix для котельных мощностью до 40 кВт теперь имеет модификацию с энергоэффективным насосом Wilo Yonos Para 15/6 RKC. Kombimix — универсальный насосный

блок-модуль, представленный в пяти модификациях, специально разработан для самой распространённой схемы обвязки в три контура (отопление, тёплый пол, ГВС) и применим в наиболее популярных для России проектах коттеджей до 350 м². Подходит для применения как с настенными, так и с напольными котлами мощностью до 40 кВт, а также обладает максимально компактным размером (460×410×260 мм) и согласован с габаритами настенного котла. Насосы и приводы уже смонтированы, и модуль полностью готов к монтажу, а за счёт применения погружных температурных датчиков Kombimix обладает ещё более точным управлением. Блок-модуль Kombimix обладает оптимальной ценой в своём классе решений и имеет гарантию пять лет, как и всё оборудование серии Generation 8, за исключением электронных комплектующих.

«Русклимат»

Новый конвектор Rapid Black

Элегантный, высокотехнологичный конвектор Rapid Black имеет благородный чёрный цвет с матовой поверхностью. Высокосортной обогрев в Rapid Black достигается за счёт применения комплекса из семи новейших технологий Master Speed Heating. В приборе установлен мощный нагревательный элемент нового поколения SX-Duos — он изготавливается из специального алюминиевого сплава и обрабатывается по технологии Speed Boost. «Ракушечная» поверхность монолитного нагревательного элемента обеспечивает максимальную площадь соприкосновения с воздухом и выход на рабочую температуру обогрева за 75 секунд. Бесперебойную работу прибору гарантирует высоконадёжный термостат HFT, который контролирует температуру обогрева с точностью до 0,1 °C и исключает возможность перегрева.



«Икапласт» начал производство термостойких труб

Компания «Икапласт» начала производство труб из полиэтилена повышенной термостойкости PE-RT. Завод производит термостойкие трубы диаметром от 20 до 500 мм. Данные трубы предназначены для защиты кабеля и применяются при прокладке силовых кабельных линий траншейным и бестраншейным способом. Диапазон рабочих температур труб из PE-RT от -20 до +95 °C, кратковременно выдерживают температуру до +110 °C. Трубы диаметром 20–500 мм изготавливаются из полиэтилена PE-RT чёрного цвета с маркировкой зелёного цвета, трубы диаметром 160–500 мм могут быть изготовлены из полиэтилена PE-RT чёрного цвета с защитной оболочкой зелёного цвета. Трубы с защитной оболочкой могут применяться при бестраншейных способах прокладки трубопровода.

Schneider Electric

Schneider Electric представила новый контроллер телеметрии

Компания Schneider Electric представила новый контроллер телеметрии RTU SCADAPack 300/300E. Новинка обеспечивает заказчику более экономичное, простое и совершенное управление удалёнными объектами. Терминал SCADAPack 300/300E предназначен для применения в системах водоснабжения и канализации, на предприятиях нефтегазовой отрасли, а также на всех объектах, требующих удалённого доступа. Устройство работает в диапазоне температур от -40 до $+70$ °C, холодный старт возможен при -40 °C. Простой монтаж, возможность быстрое подключение и отключение кабелей и проводов обеспечивают лёгкость эксплуатации SCADAPack 300 и 300E. При подключённых кабелях видны маркировки и номера каналов. В SCADAPack 300/300E применена та же система монтажа, что и в SCADAPack 500E, что обеспечивает быстрый монтаж устройств без применения каких-либо инструментов. SCADAPack 300 поддерживает уже готовые приложения, такие как Realflo, Flow Computer for Gas and Liquids, а также интегрирован с программным комплексом StruxureWare SCADA Expert ClearSCADA, который позволяет пользоваться готовыми шаблонами, средствами удалённой настройки и диагностики.

Danfoss

Новый стандарт тепловых насосов Danfoss



Компания «Данфосс» запустила в продажу новые тепловые насосы с технологией Opti. Тепловые насосы DHP-N и DHP-L больше поставляться в Россию не будут. Их место занимают насосы DHP-N Opti и DHP-L Opti, оснащённые циркуляционными насосами со встроенными частотными преобразователями. Технология Opti позволяет повысить сезонную эффективность теплового насоса на 5–6% по сравнению со стандартными тепловыми насосами. С Opti система управления следит, чтобы поддерживалась правильная разница температур (на сторонах рассола и системы отопления). При $\Delta t = 3$ °C на стороне рассола обеспечивается правильное и полное испарение хладагента в испарителе. Кроме этого, постоянная разница температур гарантирует работу теплового насоса в соответствии с потребностями в тепле, каждый раз подстраиваясь под колебания температуры за окном.

Кроме этого, постоянная разница температур гарантирует работу теплового насоса в соответствии с потребностями в тепле, каждый раз подстраиваясь под колебания температуры за окном.

Testo AG

Testo Super Resolution – улучшение качества термограмм теперь бесплатно!



С 1 августа все модели тепловизоров testo 875, testo 875i, testo 882, а с 17 августа и testo 870 поставляются с установленной функцией Super Resolution. В основе технологии Testo Super Resolution лежит сопоставление нескольких похожих снимков, совмещённых по специальному математическому алгоритму, а не интерполяция, которую используют многие производители тепловизоров для улучшения качества снимков «на выходе». В отличие от метода интерполяции, технология Super Resolution позволяет получить более подробные термограммы, содержащие действительно новую детальную информацию. Технология Testo Super Resolution улучшает имеющееся пространственное разрешение тепловых снимков в 1,6 раза, позволяя тем самым получить в четыре раза больше показаний, что сравнимо с результатами, полученными с помощью детектора более высокого класса. При создании термограмм качества Super Resolution, обзор и анализ которых может быть выполнен на ПК с помощью специального аналитического ПО, используется комбинация двух технологий — метод «супервыборки» (super-sampling) и метод «обратной свёртки» или «деконволюции» (deconvolution). Ранее функция была доступна только опционально.

Кроме этого, постоянная разница температур гарантирует работу теплового насоса в соответствии с потребностями в тепле, каждый раз подстраиваясь под колебания температуры за окном.

Eco heat



Ваше спокойствие без забот.
КОМФОРТ С ГОРЯЧЕЙ ВОДОЙ. ГАЗОВЫЕ КОЛОНКИ GORENJE.



gorenje

Бескомпромиссная безопасность

Уникальные инновационные технологии газ-контроля

Надёжность эксплуатации в любом регионе России

100% защита от перепада давления воды всегда и везде

ООО «Горенье БТ», центр поддержки пользователей: 8 800 700 05 15

На правах рекламы.



www.gorenje.ru

«Остров-Комплект»

Новый модельный ряд воздухоохлаждающих Ostrov OH201

Компания «Остров-Комплект» дополнила новым модельным рядом серию воздухоохлаждающих Ostrov OH201. Приборы OH201 имеют шаг ребра 10 мм и ориентированы на применение в низкотемпературных камерах хранения и замораживания, а также в производственных помещениях, например, где требуется широкий шаг оребрения в связи со специальными требованиями санобработки помещений. Теперь серия OH201 содержит 144 аппарата в исполнении DX: производительность (SC2) — 1,8–56,4 кВт; хладагенты — R404a, R507a, R22, R134a; шаг ламелей — 4,0; 5,5; 7,0 и 10,0 мм; количество вентиляторов — 1, 2, 3 и 4 шт.; диаметр вентиляторов — 350, 400, 450 и 500 мм.



Решения VitrA для ванных комнат поколения next

Компания VitrA создала унитаз V-care с функцией биде и системой контроля. Разработка V-care вывела гигиену и комфорт на новый уровень — теперь санитарная керамика учитывает личные предпочтения владельца. Настроить функции можно при помощи пульта дистанционного управления. Пользователь регулирует режимы автоматического открытия и закрытия, самоочистки, поглощения запаха, а также выбирает варианты мойки и сушки. Эргономичный и функциональный пульт удобен и прост в использовании. Биде V-care оснащено различными вариантами подачи воды. Специально разработанные форсунки позволяют регулировать температуру, давление и положение струи — так достигается высокий уровень комфорта. Насадки автоматически очищаются до и после каждого использования.

«Специальные системы и технологии»

Расширение линейки систем защиты от протечек Neptun

Компания «Специальные системы и технологии» расширила линейку систем защиты от протечек воды Neptun. В июле 2015 года стартовали продажи готовых комплектов Neptun Aquacontrol. Новинка дополнила линейку систем защиты от протечек воды Neptun, которые «ССТ» выпускает в России с 2000 года. Новый комплект представлен в нижнем ценовом сегменте и рассчитан на массового потребителя. Neptun Aquacontrol обнаруживает протечки, возникшие по причине аварий систем отопления и водоснабжения, и в считанные секунды перекрывает воду. В комплект Neptun Aquacontrol входят два проводных датчика SW007, модуль управления Neptun Base и два крана с электроприводом Aquacontrol 220 В. В продаже представлены комплекты с кранами на



1/2" или 3/4". К системе можно подключить до 20 датчиков протечки и до шести кранов с электроприводом. Гарантия на Neptun Aquacontrol составляет четыре года.

Bekar Europe GmbH

Система уличного солнечного освещения с ДУ

Компания Bekar Europe GmbH представила новинку — систему уличного солнечного освещения с ДУ. Она предназначена для освещения парков, вилл и коттеджей, в деревнях и сёлах, площадей, дворов, ферм, школ, пустырей, дорожек и т.д. Преимущества: высокий уровень дизайна, простой и стильный; дистанционное управление изменяет режимы работы нажатием одной кнопки; беспроводная система освещения с интегрированным солнечным модулем, светодиодными лампами, литий-ионными батареями, микроконтроллером и другими аксессуарами; система управляется микрокомпьютером в комбинации с датчиком движения, системой управления интенсивностью света и временем работы; солнечный модуль имеет угол поворота 360°, позволяющий максимизировать эффективность системы; очень яркий свет — световая эффективность составляет 160 лм/Вт; работают три-четыре дня без подзарядки батарей в пасмурную погоду; время установки — две минуты.



Климатические «капсулы» для туристов Олимпиады в Токио

Японские компании Panasonic и Mori Building объявили о начале совместного проекта, приуроченного к Олимпиаде 2020 года в Токио. Компании займутся разработкой инновационных решений для современных городов. В ближайшее время в деловых и развлекательных объектах Mori Hills, находящихся под управлением Mori Building, начнётся тестирование специальных климатических «капсул» Panasonic Cool Spot. Здесь туристы смогут отдохнуть от непривычной токийской жары, получить необходимую информацию и помощь. Популярные урбанистические объекты Mori Hills станут идеальным местом для тестирования прототипов, которые затем могут появиться на городских улицах.

Metalac

Начались поставки всего модельного ряда Metalac



С начала августа начались поставки, всего ассортимента водонагревательной техники Metalac («Металац»). В ассортименте компании все большую популярность занимают водонагреватели из нержавеющей стали. Все водонагреватели серии HeatLeader («ХитЛидер») изготовлены из высококачественной нержавеющей хромоникельмолибденовой хирургической стали 18/10, которая обеспечивает длительный срок службы и самую лучшую защиту от коррозии. Наличие молибдена делает её особенно устойчивой к воздействию коррозии, вне зависимости от химического состава воды в любом регионе России. HeatLeader представлен бытовыми электрическими накопительными водонагревателями объёмом от 30 до 120 л, а также профессиональной линейкой

комбинированных водонагревателей объёмом 80 и 120 л, которые очень просто взаимодействуют в паре с любым котельным оборудованием.

Viega

Коробка скрытого монтажа для соединений от Viega

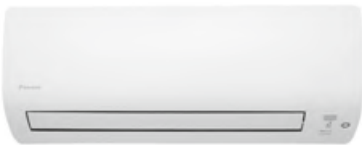


Компания Viega разработала новую коробку скрытого монтажа для соединений. Сифон и угловые вентили полностью убираются в коробку в стене, но при этом остаются легкодоступными — достаточно просто убрать хромированную панель. Коробка для соединений — это компактный пластиковый корпус, куда можно поместить угловые вентили для подключения горячей и холодной воды, а также сифон. К коробке можно подсоединить трубы DN40 или DN50. В комплект входят угловые вентили, хромированное колено стока и соединения, необходимые для установки умывальника.

Коробка для соединений встраивается в модуль Steptec или в подходящий модуль Eco Plus и может быть соединена с подающими и сливными трубами. То есть требуется только установка фитингов и выпуска от умывальника. Поверх сливного колена просто размещается хромированный кожух, который затем закрывает всю конструкцию.

Daichi

Новый инверторный кондиционер Daikin FTXS-K/RXS-L3



Компания «Даичи» сообщила о поставке настенных кондиционеров FTXS-K с новым наружным блоком RXS20/25/35L3. Блоки RXS-L3 — это модернизированный вариант блоков RXS-L, разработанных компанией Daikin в прошлом году для повышения энергоэффективности кондиционеров Split и Sky.

В наружных блоках Daikin RXS-L3 установлены новые роторные компрессоры, отличающиеся низким уровнем шума. Общий вес оборудования стал на 3 кг меньше. Диапазон рабочих температур кондиционера RXS-L3 — от -10 до +46 °C в режиме охлаждения и от -15 до +18 °C при обогреве. По техническим характеристикам новая система и кондиционер FTXS-K / RXS-L идентичны. Внутренние настенные блоки оснащены многоступенчатой системой очистки воздуха с фотокаталитической функцией. Система оснащена датчиком движения «Умный глаз» (Intelligent Eye), который не только обеспечивает максимально комфортные условия для человека, но и экономит электроэнергию. Уровень шума внутренних блоков может быть снижен до 19 дБ(А). Включение функции тихой работы наружного блока снижает шум от него на 3 дБ(А).

ZOTA

ТВЕРДОТОПЛИВНЫЕ КОТЛЫ



Короли бюджета

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

www.zota.ru



СОБЫТИЕ



Совещание по вопросам развития энергосервиса

Российская ассоциация энергосервисных компаний (РАЭСКО) на базе Аналитического центра при Правительстве РФ провела совместное экспертное совещание по вопросу текущего состояния сферы энергосервиса и возможностей реализации энергосервисных проектов в России.

Эксперты Ассоциации энергосервисных компаний, представители ЭСКО, федеральных органов исполнительной власти, партнёрских институтов обсудили текущее положение дел и наметили планы, как способствовать развитию энергосервиса в России.

Со вступительным словом выступил председатель Совета РАЭСКО **А.Н. Лихачёв**, который отметил, что за последние полтора года согласованная работа федеральных органов власти и экспертного сообщества по развитию нормативной базы энергосервиса, в том числе благодаря деятельности РАЭСКО, приносит положительные результаты. При этом, особо подчеркнул он, важно координировать усилия органов власти и экспертов и действовать совместно.

С сообщением о работе, ведущейся в РАЭСКО, выступила генеральный директор **И.А. Булгакова**. РАЭСКО действует как интегратор на поле энергосервиса в России, соединяя практику реальных проектов и задачи, стоящие на государственном уровне; отстаивает интересы энергосервисных компаний и помогает найти оптимальные решения существующих проблем в развитии этого вида деятельности, столь нужного сегодня экономике. Ирина Александровна особо

выделила работу по совершенствованию нормативно-правовой базы, формирование стандартов, информационной базы, а также создание новых рынков и организации клиентской базы энергосервиса.

Большой толчок развитию энергосервисной отрасли дал План совершенствования государственного регулирования в области энергосервиса, подписанный в ноябре 2014 года заместителем Председателя Правительства Российской Федерации **А.В. Дворковичем**. В его реализацию вовлечено несколько ответственных министерств, активное участие принимает Российская ассоциация энергосервисных компаний. Со стороны РАЭСКО подробно рассказал о состоянии дел с реализацией Плана заместитель генерального директора **А.В. Туликов**.

Эксперты Ассоциации энергосервисных компаний, представители ЭСКО, федеральных органов исполнительной власти, партнёрских институтов обсудили текущее положение дел и наметили планы, как способствовать развитию энергосервиса в России



Фото предоставлены Аналитическим центром при Правительстве РФ.



Представители федеральных министерств **А. В. Габов** (Минэкономразвития России) и **Д. А. Мельников** (Минэнерго России) рассказали о работе, которую проводят эти ведомства в сфере формирования и совершенствования механизмов для реализации энергосервиса в России, о разработанных методических, инструктивных, разъяснительных материалах, а также о разрабатываемых нормативных правовых актах.

Заместитель генерального директора Российской ассоциации энергосервисных компаний **Р. Э. Мухомов** подчеркнул важность методологии измерения и верификации для развития рынка и выразил уверенность, что РАЭСКО сыграет решающую роль в её распространении.

А. Н. Ершов представил планы Российской ассоциации энергосервисных компаний по организации обучения — это важно и для формирования квалифицированных заказчиков энергосервисных проектов, и для повышения профессионализма самих энергосервисных компаний.

«РАЭСКО совместно с Ассоциацией социально-экономического развития регионов Центрального федерального округа начала реализовывать проект по созданию системы массовой подготовки

и тиражирования проектов и мероприятий по энергосбережению на территории округа», — сказал И. С. Кожуховский, заместитель генерального директора РЭА Минэнерго России по развитию Государственной информационной системы топливно-энергетического комплекса (ГИС ТЭК).

О проводящейся работе по совмещению капитальных ремонтов многоквартирных домов и энергосервисных контрактов на них рассказала **И. А. Булгакова**.

Она показала уже существующие возможности и представила планы, как сделать эту практику более массовой.

При подведении итогов совещания участниками было отмечено, что только совместными усилиями бизнеса, власти и экспертных институтов, первым из которых в этом вопросе является РАЭСКО, удастся на деле продвинуть развитие энергосервиса, сделать этот механизм по повышению энергоэффективности в России массовым. ●



СОБЫТИЕ

Новая магистерская программа КГАСУ «Энергосбережение и энергоэффективность в зданиях»

В 2013 году КГАСУ в составе консорциума из университетов Евросоюза, России и СНГ стал участником проекта TEMPUS «Магистерские программы по возобновляемым источникам энергии и энергоэффективности в зданиях в Центральной Азии и России». Прошли два насыщенных событиями года, полных интересных встреч и дружеского взаимодействия между вузами-партнёрами по организации учебного процесса. Их итогом стала новая магистерская программа КГАСУ «Энергосбережение и энергоэффективность в зданиях».

Авторы: Р.Г. САФИУЛЛИН, д.т.н., доцент кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция»; О.Ю. ПОРОШЕНКО, к.ф.н., начальник Управления международных связей, Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ)



(530793-TEMPUS-1-2012-SE-TEMPUS-JPCR)



Master programmes on Renewable Energy and Efficiency in Buildings in Central Asia and Russia
❖❖ Логотипы программы MAPFREE

Энергосбережение и энергоэффективность — два ключевых понятия, с которыми подавляющее большинство выпускников строительных вузов связывают развитие инновационных технологий в строительной отрасли. И это касается не только традиционных способов «пассивного энергосбережения», как то уменьшение энергоёмкости при изготовлении строительных конструкций, выбор эффективных материалов и режимов теплоизоляции зданий, использование экономичных вариантов систем жизнеобеспечения. Сегодня акцент всё больше смещается в сторону «активной» экономии энергии на этапе эксплуатации здания — к широкому применению интеллектуальных систем управления освещением, отоплением и вентиляцией и т.д., а также к использованию вторичных и возобновляемых источников энергии в дополнение к традиционным.

Инновационный потенциал «активного» энергосбережения в зданиях весьма значителен. Статистика по существующим зданиям говорит о том, что эксплуатационные затраты превышают капитальные в среднем в три раза, а обслуживание инженерных систем может оказаться вдвое дороже их строительства.

Чтобы эффективно реализовывать инновации и добиваться уменьшения использования энергии в зданиях, требуется большое количество профильных квалифицированных специалистов. Их сейчас и будет готовить Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Уже этой осенью КГАСУ объявляет первый набор бакалавров на новую магистерскую программу «Энергосбережение и энергоэффективность в зданиях».

Открытие программы стало возможным благодаря участию университета в международном образовательном проекте Евросоюза TEMPUS «Магистерские

Сегодня акцент всё больше смещается в сторону «активной» экономии энергии на этапе эксплуатации здания, к широкому применению интеллектуальных систем управления освещением, отоплением и вентиляцией и т.д., а также к использованию вторичных и возобновляемых источников энергии в дополнение к традиционным



❖❖ Ветроустановка в кампусе КГАСУ



❖ Стенд для поступающих в вестибюле КГАСУ

программы по возобновляемым источникам энергии и энергоэффективности в зданиях в Центральной Азии и России» (Master programmes on Renewable Energy and Energy Efficiency in Buildings in Central Asia and Russia) — MAPREE.

Этот проект с 2012 года реализуется консорциумом в составе 15-ти вузов из стран СНГ и вузов-партнёров из Евросоюза за счёт средств Европейской Комиссии и направлен на совершенствование образовательных программ в области энергоэффективности и энергосбережения. Проект предусматривает изучение опыта партнёрских университетов государств-членов Европейского Союза по применению инновационных технологий обучения, использование их учебно-образовательных ресурсов, включая создание в вузе web-портала с информацией по тематике проекта, разработку комплекса информационно-методических рекомендаций по обеспечению качества обучения.

В рамках проекта MAPREE университеты из Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана и Российской Федерации (МГСУ, ННГАСУ, КГАСУ) с помощью университетов-партнёров из городов Лунд (Швеция), Таллина (Эстония) и Инсбрука (Австрия) разработали и внедрили у себя новые магистерские программы в сфере возобновляемой энергии и энергоэф-

фективности в зданиях, отвечающие общим требованиям по содержанию и достигаемым компетенциям выпускников в рамках европейской системы качества обучения. Программы структурированы в соответствии с трёхуровневой системой Болонского процесса и Европейской системой перевода и накопления «кредитов» по модульной системе. Вузы-участники консорциума получили средства на формирование у себя необходимой лабораторной базы и компонент для проведения опытов, основанных на интерактивном обучении и преподавании.

Открываемая в рамках программы TEMPUS MAPREE новая магистерская программа КГАСУ «Энергосбережение и энергоэффективность в зданиях» имеет междисциплинарную специализацию и будет обеспечена учебной и материальной базой двух профильных кафедр — «Теплогазоснабжение и вентиляция» и «Проектирование зданий».

Одна из основных целей данной программы — выпустить магистров по направлению «Строительство», знакомых с потребностями рынка и компетентных в строительном законодательстве в области возобновляемых источников энергии и энергоэффективности зданий. Поэтому в содержание программы включены вопросы, имеющие наиболь-

шую актуальность и практическую значимость для будущих специалистов. Это новейшие тенденции в объёмно-планировочных и конструктивных решениях в современной архитектуре и строительстве; современные энергосберегающие строительные материалы, используемые в строительстве; современное энергоэффективное инженерное оборудование; использование компьютерных технологий в проектировании и эксплуатации зданий; отечественный и зарубежный опыт по применению в современном строительстве энергосберегающих технологий и возобновляемых источников энергии; средства оценки эффективности энергосберегающих мероприятий, инструментарий энергоаудитора и др.

За короткий срок сотрудники Управления международных связей КГАСУ и преподаватели профильных кафедр проделали большую работу по методическому обеспечению образовательных дисциплин новой магистерской программы. В программе обучения появились нестандартные и нетрадиционные для нашего вуза дисциплины: «Использование возобновляемых источников энергии: технология, эффективность, устойчивость», «Геоинформационные системы для возобновляемых источников энергии», «Информационное моделирование в инженерных системах зданий», «Здания с низким потреблением энергии», «Энергосберегающая архитектура и эксплуатация зданий».

Практически по всем читаемым дисциплинам с помощью партнёров по TEMPUS MAPREE были подготовлены методические указания и учебные пособия в печатном и электронном вариантах. Подготовлены лабораторные стенды для исследования работы основных элементов современной канальной приточной установки и современной системы отопления с автоматическими балансировочными клапанами.



❖ Стенд «Приточная установка»



❖ Стенд «Автоматизированная система отопления»

СОБЫТИЕ



ENES'2015. Лучшие энерго- сберегающие и энергоэффе- ктивные технологии на одной площадке

С 19 по 21 ноября 2015 года в Москве состоится IV Международный форум по энергоэффективности и энергосбережению ENES'2015 при традиционной поддержке Минэнерго России и Правительства Москвы.

На этом главном «энергетическом» событии года соберутся руководители федеральных министерств, госкорпораций и естественных монополий, главы регионов, представители крупнейших российских и международных компаний, ведущие эксперты и учёные, студенты и молодые специалисты.

В программе Форума запланирован ряд мероприятий по обсуждению вопросов энергоэффективности и энергосбережения во всех отраслях экономики. В ходе традиционных встреч представителей власти и крупного бизнеса будут рассмотрены вопросы привлечения инвестиций, механизмы государственной поддержки отрасли и совершенствования управления энергосбережением на федеральном, региональном и муниципальном уровнях. Большое внимание будет уделено решению практических задач внедрения современных технологических стандартов на производственных предприятиях, реализации программ импортозамещения и локализации высокотехнологичных производств.

В числе основных событий ENES'2015 нужно отметить Всероссийское совеща-

ние по подготовке к осенне-зимнему периоду, Всероссийское совещание по энергоэффективности с регионами, Всероссийское совещание по популяризации профессии работника ТЭК и деятельности ТЭК, конкурс на Евразийскую светотехническую премию. В ряде мероприятий примут участия министры энергетики стран БРИКС и ШОС. Запланированы двусторонние диалоги по развитию межгосударственного партнёрства по энергоэффективности.

В рамках ENES'2015 Минэнерго России, а также другие федеральные министерства и ведомства представят законодательные инициативы и механизмы государственного регулирования политики энергосбережения. Правительство Москвы продемонстрирует лучшие реализованные проекты по повышению энергоэффективности городского хозяйства, представит опыт внедрения наукоёмких технологий в энергетический комплекс мегаполиса.

ENES'2015 в очередной раз подтвердит статус главного в России международного события в области энергосбережения и энергоэффективности. ●



Максим Шахов: локализация для нас — не главное

В эксклюзивном интервью генеральный директор ООО «Вайлант Груп Рус» Максим Шахов поделился с главным редактором журнала С.О.К. Александром Гудко своим видением ситуации на российском рынке, расставил бизнес-акценты компании, а также рассказал о планах её развития.

❖ **Максим, первый вопрос, который хотелось бы задать, касается российского рынка в целом. В настоящее время Россия — не самая стабильная бизнес-площадка для работы. Как вы считаете, компании с какими принципами могут выживать и развиваться на российском рынке сегодня?**

М.Ш.: Я бы, конечно, не стал фокусироваться на кризисе как исключительно негативном явлении. Кризис — это период, когда возникают новые возможности. Но эти возможности по своей природе отличаются от тех, что были раньше. Их надо разглядеть и поверить в то, что перед вами шанс качественно изменить свой бизнес. Кризис — время тех, кто умеет заглянуть в будущее... И неслучайно лозунг компании «Вайлант» — «Weil Vaillant weiterdenkt» — переводится с немецкого языка как «Думая на опережение». Тот, кто умеет это делать и действительно умеет просчитывать «бизнес-игру» на несколько ходов вперёд, наверняка поймёт, как извлечь выгоду даже из неблагоприятной ситуации.

Например, гибкость, готовность оперативно принимать решения в ситуации, когда кто-то из конкурентов уходит с рынка, позволяют занять его нишу, прийти ему на смену. В этот момент следует поддержать его партнёров, которые пребывают в состоянии тревоги за будущее своего дела. Кроме того, кризис — повод переехать в новый офис или создать учебный центр. Мы сейчас очень активно занимаемся этими вопросами — ведь цены на недвижимость стали весьма привлекательными. Наши коллеги-немцы выражают такую политику фразеологическим оборотом «иметь длинное дыхание». Это значит — уметь жить не



❖ **Максим ШАХОВ, генеральный директор компании ООО «Вайлант Груп Рус»**

только сегодняшним днём, думая о том, сколько заработаешь сейчас, а о том, как и кем ты выйдешь из той или иной ситуации. А мы, конечно же, хотим выйти из кризисной ситуации победителями.

Мы уверены, что кризис позволит нам занять дополнительные ниши на рынке, увеличить свою долю. Наша уверенность основана в том числе на том, что «Вайлант» — семейная компания, опирающаяся на упомянутые мной принципы, ориентируется не на сиюминутный успех, а исключительно на долговременную работу, на достижение успеха в долгосрочной перспективе.

❖ **Давайте конкретизируем. На что сейчас направлены основные усилия руководства компании «Вайлант»?**

М.Ш.: В периоды внешней нестабильности важна стабильность внутренняя. И, на наш взгляд, в первую очередь, залогом последней является взаимодействие с нашими партнёрами по рынку.



❖ Шоу-рум Vaillant — это воплощение слогана «Weil Vaillant weiterdenkt» («Думая на опережение»)

Я говорю о наших дистрибьюторах, дилерах, монтажниках, проектировщиках и об инженерных компаниях, с которыми мы сотрудничаем. Сегодня «Вайлант» делает сильный акцент на этом аспекте работы, так как считает, что во времена, когда экономическая ситуация меняется каждую неделю, а подчас и ежедневно, нам необходимо, несмотря ни на что, сохранять устойчивый базис — определённую систему взаимоотношений с нашими партнёрами, которая уже была выстроена ранее. Необходимо показывать, что именно мы являемся надёжным партнёром, который готов сохранять доверие и наработанные связи, развивать их, беречь как зеницу ока сеть дистрибуции. «Вайлант» активизировал работу с дилерами — в регионах создаются новые шоу-румы, которых на сегодняшний день открыто уже очень много. Проводятся совместные маркетинговые кампании по продвижению продукции, создана программа лояльности для наших монтажников. То есть мы делаем всё для того, чтобы наши партнёры в данной экономической ситуации не только выжили, но и процветали.

❖ Для развития компании, особенно в тяжёлых условиях, важно отслеживать все рыночные тренды и следовать им. Одна из важных тенденций сейчас — курс на энергосбережение и повышение энергетической эффективности. Что конкретно делает компания «Вайлант», чтобы развиваться в этом русле?

М.Ш.: Полностью с вами согласен. Действительно, тема очень важная и поднимаемая на всех уровнях, как на государственном, так и на уровне частных компаний, некоммерческих организаций, партнёрств и т.д. Однако важно, чтобы это направление было не только модной темой для разговоров, но и давало экономическую отдачу. И у нас складывается впечатление, что на сегодняшний момент возможность получения такой отдачи прослеживается. Например, у нас очень активно растут, несмотря на все экономические перепады, продажи энергоэффективного оборудования. Компания «Вайлант» вышла на первое место в России по продажам конденсационных газовых котлов, которые являются наиболее энергоэффективным типом газового отопительного оборудования. Не менее быстро растут продажи агрегатов, использующих альтернативные источники энергии, в частности, тепловых насосов. Однако мы не просто занимаемся наращиванием наших продаж — «Вайлант» находит увлечённых партнёров, являю-



щихся в хорошем смысле этого слова «фанатиками» своего дела.

Кроме того, мы активно пропагандируем саму идеологию энергоэффективности и соответствующее оборудование: выступаем на всевозможных форумах, конференциях, выставках, рассказываем, разъясняем, что инновационные технологии и техника могут быть не только интересными, модными, но ещё и экономически выгодными. И, действительно, сегодня очень многие установки показывают осязаемый экономический эффект, даже несмотря на большую «стоимость денег» в России. Они окупаются даже в этих условиях!

Ещё мы видим второй явно проявляющийся в нашей стране тренд — это частные инвестиции в жилищно-коммунальное хозяйство, переход жилищно-коммунального хозяйства на принципы энергосервиса. Государство ждёт инвесторов, которые вложат деньги в модернизацию и реконструкцию ЖКХ. В таких проектах особую важность приобретает применение энергетических и экономических эффективных технологий. Несколько из них мы уже обкатали на конкретных объектах и надеемся на то, что полученный нами опыт сможем достаточно широко масштабировать во многих российских регионах.

❖ Максим, вы обмолвились об активности компании «Вайлант» в деле пропаганды энергоэффективного оборудования. Пользуясь случаем, приглашаю вас на конференцию «Конденсационные котлы в России: вопросы продвижения и эксплуатации», которую мы будем проводить в рамках выставки «Котлы и горелки '2015» в Санкт-Петербурге как генеральный информационный партнёр данного мероприятия.

М.Ш.: Спасибо за предложение, с радостью примем участие в работе конференции. Тем более что это действительно очень важная для нас тема. Мы уверены в том, что продажи конденсационного оборудования будут расти и дальше.

❖ Какие инновационные решения, новинки, помимо энергоэффективного оборудования, компания «Вайлант» предлагала в последнее время и готова предложить российскому потребителю в ближайшей перспективе?

М.Ш.: Как раз сейчас у нас происходит эпохальное событие: мы выводим на рынок новое, пятое поколение настенных неконденсационных газовых котлов, как под маркой Vaillant, так и под маркой Protherm. То есть мы одновременно меняем линейку продукции в двух наших брендах. Эта линейка отличается тем, что она создавалась с учётом всего огромного опыта, который был получен в процессе эксплуатации всех предыдущих поколений оборудования. В конструкцию агрегатов пятого поколения не вносились революционных изменений, но зато были произведены очень важные усовершенствования, которые позволили сохранить, объединить всё самое лучшее, что было в наших котлах до теперешнего момента. Мы повысили надёжность агрегатов, их ремонтпригодность и лёгкость в обслуживании. В частности, техника нового поколения имеет большой дисплей с возможностью вывода на него подробнейшей информации о состоянии котла (кодов ошибок). Данные коды позволяют котлу проводить полную самодиагностику, а специалисту сервисной службы дают возможность дистанционно, и при этом однозначно, понять, в каком состоянии находится техника, и в каком режиме она работает.



Это позволяет значительно сэкономить на её техническом обслуживании и ремонте. Другая новинка — газовый клапан, который стал ещё более надёжным и ремонтнопригодным и при этом энергоэффективным. Иными словами, при создании новых котлов мы думали не только о снижении их стоимости, но и о надёжности, нюансах их установки, обслуживания и даже замены.

•• Есть ли информация по первым продажам?

М.Ш.: Судя по тому, как прошёл первый месяц продаж, эти котлы вызвали серьёзный интерес у наших партнёров — они их активно покупают. И я уверен, что

котлы пятого поколения станут настоящим «хитом» на российском рынке.

•• Максим, а каковы планы компании «Вайлант» по расширению товарной линейки? Не собираетесь ли вы отказываться от каких-либо позиций?

М.Ш.: Как я уже говорил, когда экономическая ситуация нестабильна, освобождаются ниши, которые необходимо очень быстро выявить и оперативно занять. Кроме того, необходимо неформально оценивать рынок. Это я к тому, что, например, ниши, которые ранее мы считали не очень перспективными, сегодня оцениваются руководством «Вайлант» как весьма многообещающие.

Яркий пример — сегмент панельных стальных радиаторов, производство которых мы запустили в этом году, и весьма успешно их продаём. Они выпускаются на нашем собственном радиаторном заводе в Турции под Стамбулом. Этот продукт по своему качеству соответствует самым лучшим образцам, представленным на российском рынке. Считаю, что это первая причина успеха их продаж. Мы предлагаем отличное качество, которое соответствует марке Vaillant, и при этом по очень привлекательной цене. Другой пример — мы расширили ассортимент своих бойлеров (накопительных водонагревателей). Одним словом, мы уверены — как раз в текущей экономической ситуации работа по выводу на рынок новой продукции будет очень интересна и плодотворна. Пусть даже продукции нишевой, но позволяющей существенно расширить ассортимент, а также повышающей конкурентоспособность компании в целом и дающей дополнительные преимущества в конкурентной борьбе.

•• В России ныне одним из стратегических трендов является импортозамещение. Задумывается ли руководство компании «Вайлант» о локализации производства в России?

М.Ш.: Не только задумывается. Мы несколько лет подряд изучали тему локализации, возможности открытия собственного завода. Однако, учитывая экономическую ситуацию и, самое главное, экономику бизнеса (ведь, в первую очередь, мы коммерческая компания, которая должна зарабатывать деньги), руководство «Вайланта» сделало вывод о нецелесообразности запуска собственного производства на территории России сегодня. Но мы не отказываемся от этой идеи — когда-нибудь здесь обязательно будет открыт собственный завод, но сейчас экономически он не может быть рентабельным. Мы в этом абсолютно уверены. Ещё одним веским контраргументом является проблематичность достижения должного уровня качества выпускаемой продукции на вновь созданном производстве, если бы таковое появилось. Построение системы управления качеством — это достаточно сложная работа. Для того чтобы выйти на тот уровень качества, который мы привыкли ассоциировать с продукцией под маркой Vaillant, должны пройти годы. У нас этого времени нет. Мы очень гордимся тем уровнем качества и эффективностью системы его контроля, которая внедрена на наших действующих заводах. Вообще, для группы компаний «Вайлант» обеспечение безуслов-



•• Напольные газовые конденсационные котлы Vaillant в брендовом шоу-руме



● ● Высокие технологии Vaillant — газовый конденсационный котёл ecoTEC plus TwinE



● ● Тепловой насос flexoTHERM с автоматическим регулятором отопления VRC 700

ного качества и высочайший уровень его контроля — это один из важнейших имиджевых аспектов бизнеса. Наши заводы в Ремшайде (Германия), в Скалице (Словакия) и в Бозююке (Турция) такие системы внедрили, и многолетний опыт их работы показал, что данные производства позволяют нам гордиться продукцией, выпускаемой под брендом Vaillant. Её качество — самое высокое среди аналогичной продукции, ныне представленной на отечественном рынке.

Мы видим, что российское правительство активнейшим образом говорит об импортозамещении, о субсидиях. Пока, по крайней мере, в нашей отрасли, — это больше разговоры, нежели конкретные действия, но, если в будущем данные декларации перерастут в практически инициативы и реальные стимулы, способные действительно повысить рентабельность производственного бизнеса в России, мы вполне можем пойти на то, чтобы построить здесь свой завод.

● ● Надеюсь, что экономическая ситуация рано или поздно (лучше — пораньше) в нашей стране улучшится, «Вайлант» выйдет из этой ситуации победителем, у нас появятся ваши производственные площадки, и наши потребители будут получать гораздо больше высококачественной продукции «Вайлант» — по привлекательной цене. М.Ш.: Заводы — это, конечно, хорошо. Но, всё-таки, я думаю, что локализация производства не является универсальным гарантом успеха. Ведь инвестировать в экономику можно по-разному. Производство — это далеко не вся экономика. Как я уже отмечал, сектор услуг и коммунальное хозяйство являются главенствующими направлениями инвестирования. Мы говорили и об энерго-сервисных контрактах — тоже важном направлении инвестирования. Эти направления признаются руководством «Вайлант» более значимыми, чем вложения в строительство завода. Жилищно-коммунальное хозяйство, энергосервис, переход на энергоэффективные источники теплоснабжения — это всё то, о чём сегодня стоит серьёзно задуматься, на что следует сделать ставку. Здесь и потенциал, и перспектива получения экономического эффекта более явные. А привлекательной для российского потребителя цены мы достигаем, максимально повышая эффективность имеющихся наших производств, в том числе и за счёт концентрации производства одной модели (продающейся не только в России) на одной производственной площадке. ●



● ● В словацком городе Скалица расположен самый современный в Европе завод группы Vaillant — здесь собираются котлы марки Protherm для российского рынка и других стран

ИНТЕРВЬЮ

Виктор Васильев: подделок нашей продукции на рынке нет

В юбилейном году деятельности компании Henco Industries в России генеральный менеджер по России и СНГ Виктор Васильев посетил редакцию журнала С.О.К. и дал эксклюзивное интервью. В ходе беседы топ-менеджер рассказал главному редактору издания Александру Гудко о том, как чувствует себя вендор в непростой экономической обстановке, а также о продуктовой, маркетинговой и производственной политике компании.



❖ Виктор, в текущем году у компании Henco Industries — юбилей. Исполняется 20-летие деятельности компании в Российской Федерации. За этот период Henco добилась весьма впечатляющих результатов. Скажите, какие принципы ведения бизнеса позволили ей достичь успеха?

В.В.: Если брать компании нашей отрасли, далеко не каждая фирма может сослаться на такой длительный срок успешного взаимодействия с рынком. За это время поменялось многое, как в России, так и в Henco. Компания из частной преобразовалась в структурное подразделение мирового концерна Aalberts Industries. Однако все эти 20 лет мы чётко придерживались определённых принципов работы, которые были заложены ещё основателем компании Луисом Хендриком. И эти принципы, по сути дела, конвертировались в высокий уровень доверия к нашему продукту со стороны специалистов.

Первый из них: «Высшее качество по доступной цене». Мы выпускаем продукты, которые по технологии производства, материалам, расчётному сроку эксплуатации, техническим характеристикам, практически без исключения превосходят все существующие аналоги на рынке. Приведу пример. Пластиковый фитинг ПВДФ сделан из уникального материала, который характеризуется высокой пластичностью к тепловым расширениям. Могу чётко сказать — такого фитинга нет в ассортименте ни у одного из производителей, за исключением Henco. В среднем ценовом сегменте мы — лидеры по объёму продаж, а наша продукция за прошедшее 20-летие уже подтвердила своё качество на объектах, расположенных от Калининграда до Владивостока. То есть продукт многократно испытан в реальных российских условиях.

Хочу подчеркнуть, что Henco — это европейский продукт. Мы производим продукцию на наших заводах в Бельгии.



Видеoversию интервью смотрите на сайте журнала С.О.К. по адресу: www.c-o-k.ru/library/video/cockv

Процесс производства металлопластиковой трубы намного сложнее монополимерной. Прежде чем наша труба получит статус готовой продукции, она проходит порядка 17 различных этапов контроля. И без ложной скромности могу сказать, что по критерию найденных и реализованных технических решений, по уровню автоматизации и контроля качества аналогов производства Henco Industries в Европе нет.

Следующий принцип: «Новаторство в мировом масштабе». Существует мнение, что каждая фирма лучше делает то, на чём она специализируется. Henco принадлежит к тем немногим компаниям нашей отрасли, которые имеют чёткую специализацию — мы производим исключительно трубы и фитинги. Метраж труб, которые мы выпускаем, таков, что ими можно обернуть нашу планету три раза по линии экватора. Вся наша энергия, финансы и идеи имеют только одну точку приложения. Уже на основании труб и фитингов мы формируем решения для разных областей применения.

Кстати, труба Henco Standart — наш флагман. Она была создана в 1992 году, а в 1995-м она уже пришла в Россию. Именно тогда Россия узнала, что такое металлополимерная труба в принципе, и позднее имя «Хэнко» стало нарицательным. Монтажники говорят «мы работаем с Хэнко», имея в виду работу с металлопластиком.

Вам известно — для того чтобы полиэтиленовая труба выдерживала длительное время нагрузки в виде давления и температуры, она должна быть сшита. Существует два вида сшивки, химический и физический. Поскольку труба для



нас — это основной продукт, мы выбрали для себя физический (электронный) метод сшивки и, таким образом, получили максимально экологичный продукт. При производстве наших труб не выделяется вредных веществ, они не требуют промывки, длительного выдерживания на складе (так называемого «дозревания»). Экологичность готовой продукции позволяет, имея на руках бухту трубы, реализовать практически любое инженерное решение внутри дома: радиаторную систему отопления, тёплый пол, горячее и холодное водоснабжение, систему охлаждения.

Безусловно, нашему успеху в России способствовала системная работа нашего нынешнего генерального менеджера Henco Industries Вима Верховена, который с 1995 года очень активно работает на рынке, прикладывает массу усилий для того, чтобы продукт был востребован.

∴ Продукт может быть очень качественным, но бывают труднопреодолимые проблемы общеэкономического порядка, которые мешают поддерживать продажи на должном уровне. Среди игроков рынка инженерной сантехники бытует мнение, что, в частности, 2015-й год — не самый лучший для ведения бизнеса в России. На ваш взгляд, с какими проблемами объективно сталкиваются участники рынка? И вообще, как чувствует себя Henco в этом году?

В.В.: За 20 лет мы пережили вместе с российским рынком и взлёты, и кризисы 1998 и 2008 годов. Поэтому опыт работы в непростых условиях Российской Федерации накоплен достаточный. Трудностей, действительно, немало. И, безусловно, то, что происходит на рынке России, отражается и на нашей отрасли. Цены и спрос нестабильны. Всем игрокам рынка приходится постоянно вносить какие-то изменения в ценовую, в ассортиментную политику. Основная трудность, на которую хотелось бы обратить внимание, это сложность прогнозирования и планирования. Другая проблема — вынужденный откат рынка в сегмент «более бюджетного» продукта. Дешёвый товар — далеко не всегда качественный. Соответственно, при его использовании возникают прямые риски аварийных ситуаций на объектах. И, что важно, случается это часто не сразу, а спустя год-два после сдачи здания в эксплуатацию. Российский рынок сам по себе парадоксален — живёт, образно говоря, по закону возвратно-поступательного движения. Ну, например, никому в Европе и в голову не придёт смонтировать отопительную полипропиленовую систему с температурой теплоносителя до 90 градусов Цельсия. У нас же такие трубы, после стальной трубы, — продукт номер один.





Существует, однако, мнение, что в ближайшие два-три года пойдёт «обратная волна». Образуется она, когда собственники жилья вынуждены будут менять инженерные системы, вследствие того, что они придут в негодность. Кстати, также немаловажно, почему это происходит. Мы видим, что, начиная с предыдущего года, рынок наводняют дешёвые продукты. Часто не представляется возможным выяснить, кем они произведены и каковы их реальные характеристики. Поэтому именно в последнее время риск возникновения аварийных ситуаций значительно увеличился.

Кстати, хочу обратить внимание на один значимый фактор. До сих пор, особенно в регионах, бытует мнение о том, что Henco часто подделывают. В действительности как минимум уже года два-три труб «под нас» на рынке нет. Сегодня мы имеем достаточно количество инструментов для того, чтобы обеспечить

отсутствие контрафактной продукции в Российской Федерации. И любой факт подделки нами очень чётко и жёстко пресекается. Это и есть сложности, которые наблюдаются нами рынке. Но, я уверен, мы их преодолеем.



❖ Вернёмся к теме кризиса. В нестабильные времена уместны антикризисные меры. Это может быть и рестройка бизнеса, и изменение структуры продуктового ряда, и прочее. Что предпринимает в этом направлении Henco? Акценты на каких продуктах вы делаете в этом году?

В.В.: Действительно, такая непростая экономическая ситуация требует рестройки и от нас, и от наших партнёров. В том числе поэтому было принято решение в текущем году создать в России структуру Henco Rus. Её задача — обеспечение и поддержка партнёров именно в текущей кризисной ситуации. Они должны иметь возможность приобретать оборудование за рубли с отечественного склада, иметь доступ к ассортименту сервисного склада, например, тех же фитингов. Что касается трансформации продуктовой линейки — мы её расширяем. Однако при этом следуем принципу: металлопластиковая труба Henco всегда должна оставаться лучшим универсаль-

ным решением (в рамках технических характеристик продукта) среди полимерных труб для систем отопления, водоснабжения, кондиционирования. У нас остаётся флагманская линейка труб Henco Standard. Плюс усиливается акцент на МП-трубу Henco RIXc как «более бюджетное» техническое решение. Мы поработали над ценой, и она абсолютно конкурентна. Как и у Standard, расчётный срок эксплуатации RIXc — 50 лет. Она немного облегчена, например, по слою алюминия, но это не идёт в ущерб качеству. Труба Henco RIXc рассчитана на давление 10 бар, Henco Standard сертифицирована на 16 бар — такой трубы на рынке больше нет. Это продукт, наиболее надёжный по своему запасу прочности, долговечности, сроку эксплуатации, и реально проработает, предположим, 50, 60, 70 лет.



Henco RIXc — около 50-ти. Я думаю, что этого достаточно. Особенно если сравнивать с тем, что сегодня представлено на российском рынке.

❖ Скажите, Виктор, какие новинки, помимо Henco RIXc, представила компания Henco в 2014 и 2015 годах, в чём их новизна, и какие задачи они помогают решать заказчикам?

В.В.: В начале 2015 года мы вывели на рынок фитинги третьего поколения, которые благодаря своим конструктивным особенностям значительно облегчают монтаж системы одним специалистом. В этом году мы также представили свою версию так называемого «инлайнера» — это техническое решение, которое позволяет реализовать циркуляцию горячей воды внутри здания. Henco также презентовала МП-трубу диаметром 90 миллиметров и очень удобные, контактные, и, главное, легко используемые фитинги, системы их креплений и системы фиксации. Кроме того, мы вводим в ассортимент фитинги ПВДФ, как стандартные, из чёрного материала, так и из белого. Рынок просит — Henco делает.

❖ Каким образом в дальнейшем компания Henco собирается строить свою политику по продаже продукции в Российской Федерации?

В.В.: Наша продуктовая политика неизменна: мы предлагаем рынку наш стандартный продукт — металлополимерную трубу. Однако дело в нюансах — например, такой радиус изгиба, такую форму продукта, как у трубы Henco, без ущерба гарантии и качеству не может себе позволить ни один производитель металлополимерных труб. В настоящий момент пластичность наших труб, их способность держать форму позволяет отказаться при монтаже от части фитингов, а значит — сэкономить деньги. Инновационный подход компании рас-

пространяется и на фитинги. В продуктовой линейке Henco их четыре вида. Раньше имел широкое хождение стереотип, поддерживающий идею об абсолютной незаменимости латунных фитингов. Бывалый монтажник любил «со знанием дела» повторять: «Если фитинг упал мне на ногу, и я его чувствую, значит, это фитинг что надо!». Сегодня в Европе объём потребления фитингов ПВДФ уже на порядок больше, нежели латунных: за неметаллической арматурой — будущее. И несмотря на то, что в России сегодня к новым фитингам есть некоторое недоверие, объективности ради скажу — такая арматура позволяет реализовать те проекты, где латунь может «не проходить».

В широком смысле наша продуктовая политика ориентирована на помощь профессионалам, которые нацелены на поиск новых решений. Этот кризис подталкивает многих специалистов внимательнее смотреть вокруг. И они находят наш продукт — доступный и при этом высококачественный. Так что в какой-то степени кризис нам помогает.

❖ Сегодня многие считают, что лучшая помощь во время кризиса — своё производственное предприятие на рынке сбыта. Есть ли у Henco планы по локализации производства?

В.В.: Компания Henco, как мы уже говорили, являясь структурным подразделением Aalberts Industries, естественно, подпадает под общую системную программу работы с рынком всего концерна. В этом году вопрос о локализации обсуждается, но принятие конкретных решений пока не запланировано. Возможно, в следующем году это обсуждение примет более активный характер. Так или иначе, мы рассматриваем все варианты развития бизнеса, которые позволят нам ещё успешнее работать на российском рынке.

❖ Виктор, спасибо вам за интересную информативную беседу. Хочу пожелать компании Henco продолжать своё развитие на российском рынке, несмотря на не самые благоприятные условия. Надеюсь, что и у проектировщиков, и у строителей слово «Хэнко» так и будет оставаться синонимом МП-трубы. Уверен — мы с вами встретимся через год, и вы расскажете нам о новых достижениях. Спасибо за ваш визит.

В.В.: Александр, и вам спасибо за проведённую беседу. Ведь на текущий момент наши с вами цели сопоставимы. Вы доносите до рынка, в том числе и с нашей помощью, актуальные данные. В свою очередь, и для нас очень важно, используя вашу медиа-площадку, донести ту информацию, которая на текущий момент является актуальной и решающей для потребителей — для тех, кто строит дома, коттеджи, занимается прокладкой инженерных сетей. ●



К вопросу долговечности напорных трубопроводов из МПТ

Россия и Беларусь находятся в одном союзном государстве. В этой связи вполне резонно надеяться на то, что технические нормы этих государств являются взаимозаменяемыми. Однако, как показывает анализ, это не совсем так.

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

В Экспертном Заключение (далее — ЭЗ МПТ) [1], не так давно выданном членом-корреспондентом НАН Беларуси, д.х.н., профессором, заведующим кафедрой ТНС и ППМ Белорусского государственного технологического университета (БГТУ) Н.Р. Прокопчуком на металлополимерные трубы производства ООО «Стандарт Полимер» (Республика Беларусь), сделано два вывода.

1. «Труба металлополимерная PE-RT/Al/PE-RT с наружным диаметром 16 мм и толщиной стенки 2 мм (табл. 1)... имеет долговечность в системах холодного и горячего водоснабжения и отопления свыше 50 лет...».
2. «Она (долговечность) может быть рекомендована на все типоразмеры труб (см. табл. 1)... если по качеству полимерного материала они не уступают исследованному образцу».

Такие выводы сделаны экспертом на основании экспресс-оценки долговечности трубы, выполненной в соответствии с СТБ, в которых отражены методы определения долговечностей материалов [2] и труб [3] по энергиям активации термоокислительных деструкций составляющих их полимеров. К сожалению, согласиться с этим нельзя.

Значение энергии активации термоокислительной деструкции E материала

Экспресс-оценка долговечности трубы выполнена по СТБ, в которых отражены методы определения долговечностей труб по энергиям активации термоокислительных деструкций составляющих их полимеров

трубы диаметром $d_n = 16$ мм и толщиной стенки $\delta = 2$ мм рассчитывали методом Бройдо по данным динамической термогравиметрии, выполненной на системе TA-4000 Mettler Toledo (Швейцария) [2].

Подготовка образцов к испытанию выполнена согласно [3]. Потери массы навесками материала труб при нагревании с заданной скоростью фиксировались в определённом интервале температур. Этот интервал устанавливался экспериментально по аналогичному (рис. 1) графику ДТГ. Начало этого интервала T_n определяют [5] по пересечению касательных к двум ветвям ДТГ, а конец T_k — по положению пика на этой же кривой.

В результате проделанных опытов получено значение энергии активации термоокислительной деструкции полиэтилена МПТ $E = 152$ кДж/моль.

Расчёт долговечности трубы в системе горячего водоснабжения осуществлён в предположение того, что система ГВС

Характеристики МПТ (выборка из СТБ 1916 РБ [4])

табл. 1

d_e , мм	$e_{ПН}$, мм	$e_{КН}$, мм	e_{Al} , мм	$e_{КВ}$, мм	$e_{ПВ}$, мм	$e = \sum(e_i)$, мм
14	0,8	0,1	0,2	0,1	0,8	2
16	0,8	0,1	0,2	0,1	0,8	2
20	0,905	0,1	0,24	0,1	0,905	2,25
25	1,015	0,1	0,27	0,1	1,015	2,5
32	1,25	0,1	0,3	0,1	1,25	3

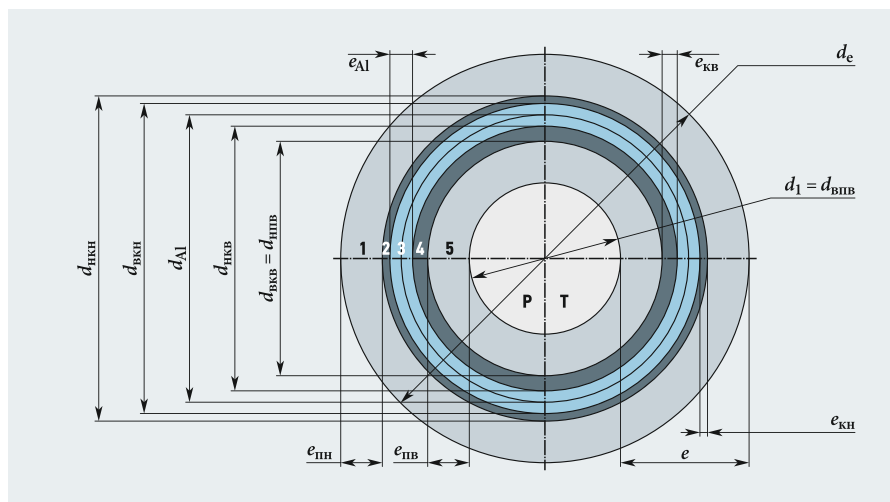
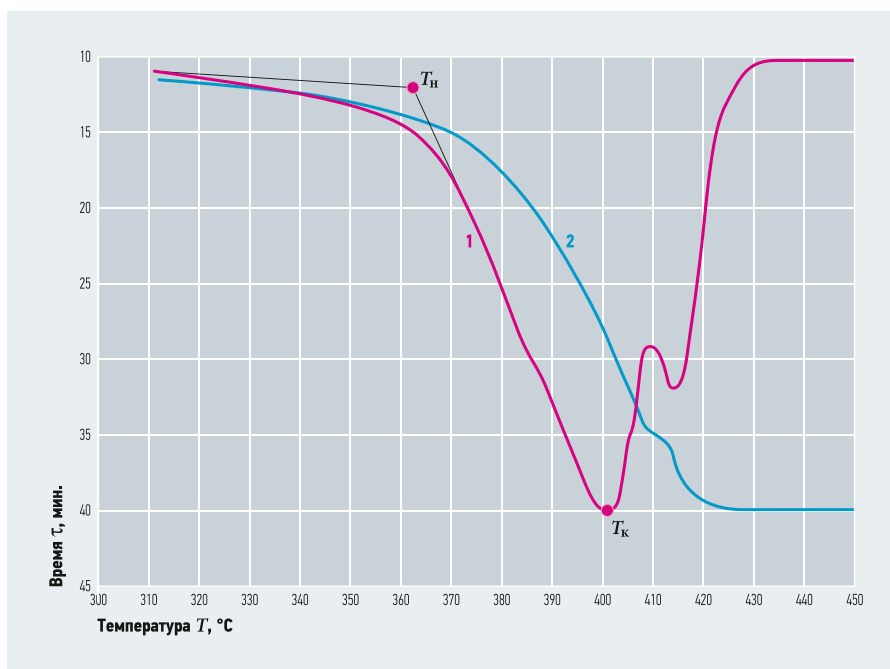


Иллюстрация к табл. 1 [1 и 5 — наружный и внутренний полимерные слои; 2 и 4 — наружный и внутренний клеевые слои; 3 — алюминиевый слой; e , $e_{ПН}$, $e_{ПВ}$, $e_{КН}$, $e_{КВ}$ и e_{Al} — толщины стенки МПТ, наружных и внутренних полимерных, клеевых и алюминиевого слоёв; d_e , d_i , $d_{нкн}$, $d_{вкн}$, $d_{нпв}$, $d_{впв}$, $d_{пн}$, $d_{пв}$ и d_{Al} — наружные и внутренние диаметры (МПТ, внутренних и наружных клеевых и полимерных слоёв) и среднего алюминиевого слоя, P и T — внутреннее давление и температура среды в трубопроводе]



⊘ Рис. 1. Кривые дифференциального термического анализа и дифференциальной термогравиметрии (1 — ДТА; 2 — ДТГ; τ — время, T_н и T_к — начальная и конечная температуры)

в Республике Беларусь эксплуатируется в весенне-осенний период при температуре T = 60 °C (постоянно), в зимнее время — при T = 70 °C (постоянно) и кратковременно при T = 90 °C. Рабочее давление составляет 6 или 10 атм, в отдельных случаях — 20 атм, причём коэффициент запаса равен 2,0 — для обычных условий эксплуатации систем горячего водоснабжения. С учётом данных показателей определены по формуле (2) [2] напряжение в стенке трубы:

$$\sigma_p = \frac{2 \times [1 \times (16 - 2)]}{2 \times 2} = 7 \text{ МПа}$$

и понижение энергетического барьера химических связей механическим напряжением — $\gamma\sigma_p = 3,2 \times 7 = 22 \text{ кДж/моль}$.

Затем нами априори принята величина $\Delta E_{\text{МВ}}$ для сшитого полиэтилена на уровне 1 кДж/моль. С учётом этого расчётное значение энергии активации термоокислительной деструкции, определяющее долговечность, составит:

$$E_p = 152 - 22 - 1 = 129 \text{ кДж/моль.}$$

Долговечность исследуемого образца металлополимерной трубы 16×2 мм рассчитана по формуле (1) [2]:

$$\tau_{70^\circ\text{C}} = \frac{10^{-0,1167 \times 129 - 0,090} e^{\frac{129}{2,85}}}{365} = \frac{10^{-15,14} \times 4,55 \times e^{-19,0}}{365} = 89 \text{ лет.}$$

При этом констатируется, что полученное значение долговечности почти в два раза превышает требования СТБ 1333.2-2002 (не менее 50 лет) при эксплуатации систем горячего водоснабжения в зданиях при постоянной температуре 70 °C и давлении воды в трубопроводах, не превышающих 10 атм.

В этих расчётах абсолютно непонятно, к чему относится коэффициент запаса,

равный 2,0: к системам горячего водоснабжения независимо от труб (стальных, медных, полимерных, композиционных, в данном случае — МПТ) или же конкретно к МПТ в системах горячего водоснабжения.

Расчёт долговечности трубы в системе отопления осуществлён с использованием, как указывается в ЭЗ-МПТ, параметров, приведённых в нормах РБ для централизованных систем отопления: P_{max} = 10 атм, T_{max} = 95 °C, коэффициент запаса прочности — 2,5.

Здесь непонятно, прочность чего учитывает коэффициент запаса, равный 2,5: систем водяного отопления независимо от труб (стальных, медных, полимерных, композиционных, в данном случае — МПТ) или же конкретно МПТ в системах водяного отопления.

С учётом этих параметров для сшитого полиэтилена определены по (2) [2]: напряжение в стенке трубы

$$\sigma_p = 2,5 \times \frac{1 \times (16 - 2)}{2 \times 2} = 8,75 \text{ МПа}$$

и понижение энергетического барьера химических связей механическим напряжением величиной:

$$\gamma\sigma_p = 3,2 \times 8,75 = 28 \text{ кДж/моль.}$$

Затем априори принята величина $\Delta E_{\text{МВ}}$ для сшитого полиэтилена на уровне

В этих расчётах абсолютно непонятно, к чему относится коэффициент запаса, равный 2,0: к системам горячего водоснабжения независимо от труб (стальных, медных, полимерных, композиционных или МПТ) или же конкретно к МПТ в системах ГВС

не 1 кДж/моль. С учётом этого установлено расчётное значение энергии активации термоокислительной деструкции, определяющее долговечность (E_p = 152 - 28 - 1 = 129 кДж/моль), и, наконец, произведены расчёты по формуле (1) [2] долговечности исследуемого образца металлополимерной трубы для температур 57, 63, 72, 80, 87 и 93 °C:

$$\tau_{57^\circ\text{C}} = \frac{10^{-0,1167 \times 123 - 0,090} e^{\frac{123}{2,742}}}{365} = \frac{10^{-14,44} \times 3,03 \times e^{-19,0}}{365} = 299 \text{ лет,}$$

$$\tau_{63^\circ\text{C}} = \frac{10^{-14,44} e^{\frac{123}{2,809}}}{365} = 102 \text{ лет,}$$

$$\tau_{72^\circ\text{C}} = \frac{10^{-14,44} e^{\frac{123}{2,867}}}{365} = 42 \text{ лет,}$$

$$\tau_{80^\circ\text{C}} = \frac{10^{-14,44} e^{\frac{123}{2,933}}}{365} = 16 \text{ лет,}$$

$$\tau_{87^\circ\text{C}} = \frac{10^{-14,44} e^{\frac{123}{2,992}}}{365} = 7 \text{ лет,}$$

$$\tau_{93^\circ\text{C}} = \frac{10^{-14,44} e^{\frac{123}{3,041}}}{365} = 3,6 \text{ лет.}$$

Расчётная долговечность образца металлополимерной трубы при указанных значениях переменных температур эксплуатации системы отопления определена по формуле (3) [2]:

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

где m_i — число часов воздействия конкретных значений температуры эксплуатации; $\sum(m_i)$ — общее число часов воздействия переменных значений температуры эксплуатации; t_{T_i} — долговечность [год] образца металлополимерной трубы при конкретном значении температуры эксплуатации изделия:

$$\tau_{\text{общ}} = \frac{1}{\frac{1375}{2690} \times \frac{1}{299} + \frac{696}{2690} \times \frac{1}{102} + \frac{395}{2690} \times \frac{1}{42} + \frac{158}{2690} \times \frac{1}{16} + \frac{51}{2690} \times \frac{1}{7} + \frac{15}{2690} \times \frac{1}{3,6}} = 64 \text{ года.}$$

При этом указывается, что при постоянной температуре 95 °C и давлении воды в трубопроводах отопления, не превышающем 6 атм, долговечность металлополимерной трубы составит:

$$\tau_{95^\circ\text{C}} = \frac{10^{-14,44} e^{\frac{123}{3,06}}}{365} = 2,8 \text{ лет.}$$

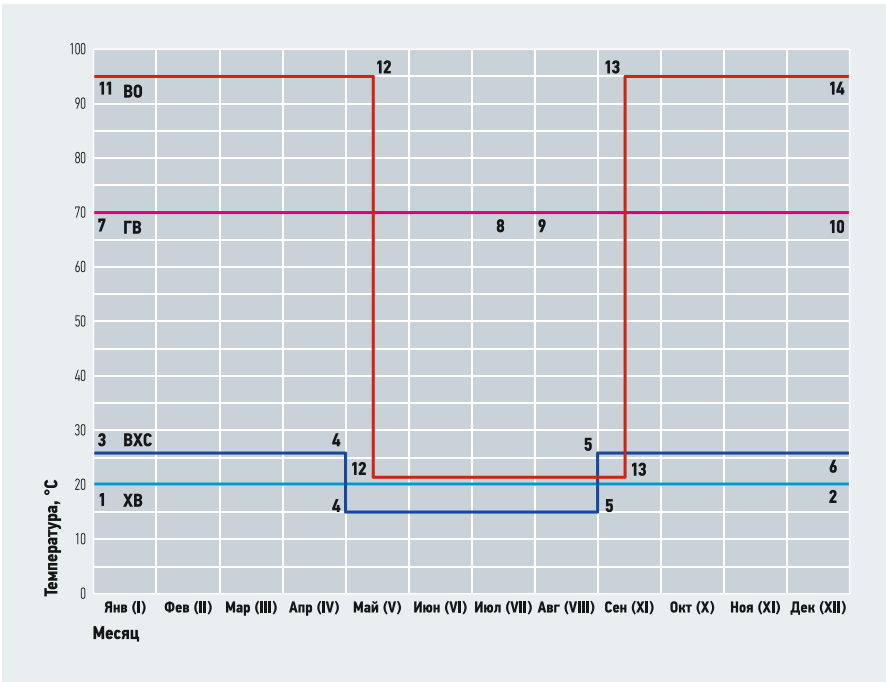
Никак нельзя согласиться и с произвольным набором расчётных температур, которых в системах горячего водоснабжения и водяного отопления, обеспечивающих комфортные условия [6] потребителям, быть не должно (табл. 2).

Температурные режимы функционирования внутренних напорных систем*

табл. 2

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XIII
T_{cp}^{**}	-7,6	-5,8	-1,5	6,0	12,8	16,2	17,3	16,5	11,6	6,2	0,6	-4,0
T_{cp}^{**}	-7,2	-7,7	-1,4	6,9	14,6	17,5	20,4	18,6	12,5	6,4	1,2	-3,6

** Среднемесячные температуры в Минске [7] и Москве [8].



* Обеспечивающих комфортные условия потребителям (иллюстрация к табл. 1) **хв** и **гв** — холодного и горячего водоснабжения, **вхс** и **во** — водяных холодоснабжения и отопления (интервал **8-9** — календарное время профилактических работ); T — температура эксплуатации, **I** — январь, **II** — февраль, **III** — марта, **IV** — апрель, **V** — май, **VI** — июнь, **VII** — июль, **VIII** — август, **IX** — сентябрь, **X** — октябрь, **XI** — ноябрь, **XIII** — декабрь; **1-2, 3-4, 4-5, 5-6, 7-8, 8-9, 9-10, 11-12, 12-13, 13-14** — временные интервалы температур в трубопроводах; примечание: отклонение от приведённых графиков возможно в системе, например, водяного отопления, температура теплоносителя в которой регулируется, тем или иным способом, с учётом наружных температур, но учесть это возможно только при рассмотрении конкретных отопительных систем, а не типовых, как это сделано здесь]

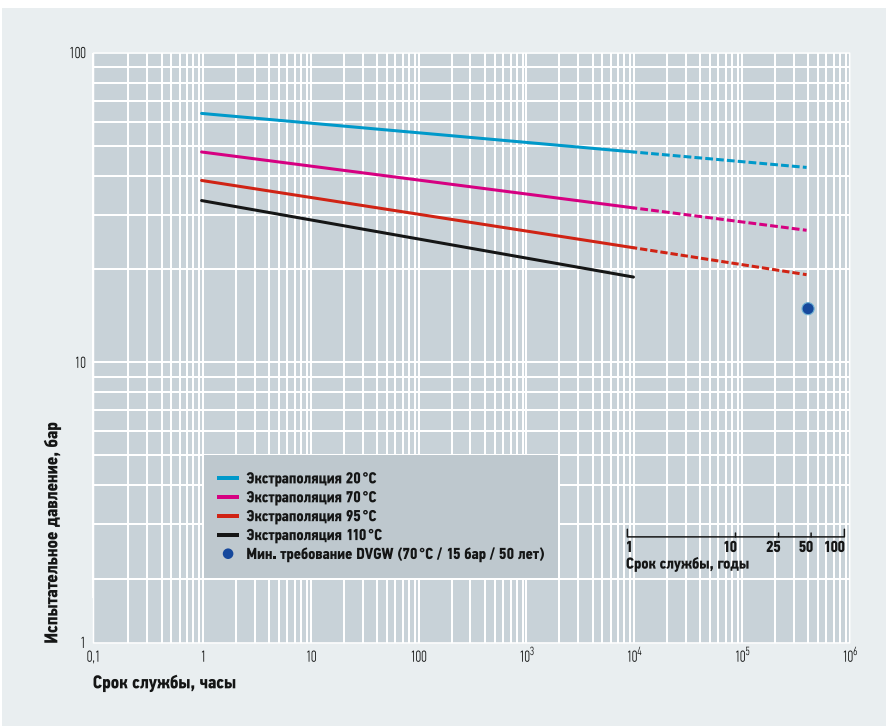


Рис. 2. Иллюстрация к комментарию, приведённому на стр. 29. Результаты испытаний металлополимерных труб Henso по ISO 9080

Также никак нельзя согласиться с определением растягивающих напряжений в стенах МПТ 16×2 мм по формуле (2), приведённой в [2].

Формулу (2) [3] представим в следующем виде:

$$\sigma = 0,5P(SDR - 1) \tag{1}$$

и заменим в ней σ на ϵ (относительное удлинение) и E (модуль упругости):

$$\epsilon = 0,5P \frac{SDR-1}{E} \tag{2}$$

Далее, используя имеющиеся данные (табл. 2) и пренебрегая противодействием внутреннему давлению клеевых слоёв (табл. 3), запишем:

$$\epsilon_{1+5} = 0,5P_{1+5} \frac{SDR-1}{E_{п10}} = 0,5P_{1+5} \frac{10-1}{1000} = 0,0045P_{1+5},$$

$$\epsilon_3 = 0,5P_3 \frac{SDR-1}{E_{a0}} = 0,5P_3 \frac{70-1}{10000} = 0,0035P_3.$$

Так как при нагружении МПТ внутренним давлением не должно происходить расслоения слоёв в её стенках, вполне очевидно, что $\epsilon_{1+5} = \epsilon_3 = \epsilon$. Отсюда будет следовать, что $0,0045P_{1-5} = 0,0035P_3$ или $P_{1-5}/P_3 = 0,78$. Дальнейшие расчёты показывают, что из внутреннего давления P в напорном трубопроводе из МПТ диаметром 16 мм с толщиной стенки 2 мм [4] на полиэтиленовые слоёв будет приходиться 43,8%, а на алюминиевый слой — 56,2%.

Здесь следует заметить, что такое соотношение будет соответствовать начальному $t \approx 0$ нагружению трубопровода холодной $t \approx 20^\circ\text{C}$ водой. В связи с этим будет вполне естественным предполагать, что модуль упругости полиэтилена с повышением температуры и с течением времени будет изменяться. Например, при $\tau \approx 10$ лет $E_{п10}$ может составить ≈ 500 МПа, а с учётом $t \approx 70$ и 90°C , $E_{п10/70}$ и $E_{п10/90}$ могут составить ≈ 350 и 300 МПа, соответственно. В то же время модуль упругости алюминия E_{a0} будет оставаться неизменным, так как в этих температурных и временных интервалах E_a от τ и t практически не зависит, то есть $E_{a0} = E_{at} = E_a \approx \text{const}$.

На основании этого будут справедливы следующие выражения:

□ при $\tau = 10$ лет, $t = 70^\circ\text{C}$ и

$$\epsilon = 0,5P_{1-5} \frac{SDR-1}{E_{п10/70}} = 0,5P_{1-5} \frac{10-1}{350} = 0,0013P_{1-5},$$

□ при $\tau = 10$ лет, $t = 95^\circ\text{C}$ и

$$\epsilon = 0,5P_{1-5} \frac{SDR-1}{E_{п10/95}} = 0,5P_{1-5} \frac{10-1}{300} = 0,0015P_{1-5},$$

при этом

$$\epsilon = 0,5P_3 \frac{SDR-1}{E_{a0}} = 0,5P_3 \frac{70-1}{10000} = 0,0035P_3.$$

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Антон ОДНОВОЛОВ, технический директор компании Henco Industries по России и странам СНГ:

— Выражая свою признательность за проделанную работу авторам исследования, хочется поделиться своим мнением по поднятой теме. Безусловно, вопрос долговечности полимерных труб, в том числе многослойных, является важным и актуальным. Одно из главных преимуществ полимерных труб состоит в их коррозионной стойкости и отсутствии минерального зарастания. Слабым местом полимерных труб является их низкая температурная стойкость (максимальная допустимая температура в отоплении 90 °С). Рынок полимерных труб в России превышает 400 млн п.м. в год, из них на металлополимерные трубы в 2014 году приходилось 130 млн п.м. Очень важно определить срок эксплуатации полимерных и, в частности, металлополимерных труб при высоких классах эксплуатации. Пальму лидерства здесь занимают металлополимерные трубы из сшитого полиэтилена со структурой PE-X/Al/PE-X. Очень важен вывод авторов о том, что при высоких температурах на металлический слой приходится до 80 % нагрузки!

В Европе расчёт долговечности труб осуществляется по стандарту ISO 9080:2012 [российский аналог — ГОСТ Р 15088-83 (ISO 9080:2003) «Определение длительной гидростатической прочности на образцах труб методом экстраполяции»]. Немецкий стандарт DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches) требует выдерживать полуторакратное рабочее давление в течение 50 лет при температуре воды 70 °С (см. рис. 2 на стр. 28). По данным немецкой испытательной лаборатории SKZ, при этих параметрах максимальное давление труб Henco Standard составило 28 бар! Столь выдающиеся показатели навели инженеров компании на мысль о сертификации на рабочее давление 16 бар, которое заняло более года и стоило €200 тыс.

Компания Henco участвовала в разработке ГОСТ Р 54867-2011 (ISO 17456:2006) «Определение длительной прочности полимерных многослойных труб». Стандарт ISO 17456 взаимосвязан с ISO 9080 и отличается тем, что позволяет исследовать многослойные трубы.

Важно обратить внимание на конструкцию трубы, рассмотренной в статье. Это труба из полиэтилена повышенной термостойкости (PE-RT), который имеет худшие показатели длительной прочности по сравнению со сшитым полиэтиленом (PE-X), что отражено в новом ГОСТ 32415-2013. Ранее в ГОСТ 52134-2003 такого материала не было. Вероятнее всего, в статье рассматривается материал PE-RT тип II, так как материал PE-RT тип I не может эксплуатироваться в высокотемпературных системах отопления (выше 70 °С) из-за значительно худших показателей длительной прочности. То же самое касается полипропилена, кроме нового и редко встречающегося материала PP-RCT (ПП тип 4).

Не стоит забывать, что отечественная добровольная сертификация не равноценна европейской сертификации по разным причинам. По причине «ляляной» сертификации проблемы с качеством сопутствуют азиатской продукции, занимающей более 50 % рынка металлополимерных труб в России. В результате большая часть металлополимерных труб в России не соответствует нормам. Данная проблема осознается нашим государством, и поэтому в 2015 году создана структура «Роскачество», в последние годы в разы сокращено количество сертифицирующих компаний.

По данным НИИ Сантехники, аварии по причине применения некачественных труб и шаровых кранов наиболее распространены. Экономия на трубах несопоставима со стоимостью устранения аварий, особенно если речь идёт о человеческих жизнях. Есть надежда, что в России осознают опасность полипропиленовых труб в отоплении, и продажи данных труб упадут с 60 % до 2-3 % рынка полимерных труб, как в европейских странах.

Со временем металлополимерные трубы (особенно PE-Xc/Al/PE-Xc) наберут популярность, так как они больше всех подходят для высокотемпературного отопления, и не только по причине повышенной прочности, но также из-за низкого температурного удлинения, в семь раз меньшего, чем у труб без армирующего слоя (например, PE-X). ●



www.henco.be

Металлопластиковая труба HENCO RIXc



**20 лет
В РОССИИ**

HENCO RIXc ПОМОЖЕТ В КРИЗИС

Это первоклассная многослойная металлопластиковая труба из сшитого полиэтилена ПЭ (PEX) с алюминиевым слоем - 5-й класс эксплуатации, 10 бар / 95 °С (DN16, DN20, DN26).

ПРЕИМУЩЕСТВА HENCO RIXc:

1. Доступная цена;
2. Универсальная труба для водоснабжения/отопления/теплого пола;
3. Снижает количество остатков, упрощает логистику, монтаж и проектирование систем;
4. Срок эксплуатации 50 лет.



ОТОПЛЕНИЕ



ВОДОСНАБЖЕНИЕ



ТЕПЛЫЙ ПОЛ

На правах рекламы.

www.henco.be

AI AALBERTS INDUSTRIES

Из приведённых выражений следует, что: $0,013P_{1-5} = 0,0035P_3$ или $P_{1-5}/P_3 = 0,27$ и $0,015P_{1-5} = 0,0035P_3$ или $P_{1-5}/P_3 = 0,23$. То есть соотношение P_{1-5}/P_3 будет равняться 0,27 и 0,23 для температур t , равных 70 и 95 °С, соответственно. Это означает то, что из внутреннего давления P в напорном трубопроводе из МПТ диаметром 16 мм с толщиной стенки 2 мм [4] на полиэтиленовые слои будет приходиться 21,3 %, а на алюминиевый слой — 78,7 % при $t = 70$ °С, а также 18,7 и 81,3 % при $t = 95$ °С для полиэтиленового и алюминиевого слоёв, соответственно.

С учётом рассмотренного становится вполне очевидным следующее.

Пункт 1. Принятые значения растягивающих напряжений 3,5 МПа в стенках МПТ 16×2 мм [4] от действия внутреннего давления $P = 1$ МПа в горячем водопроводе (без учёта коэффициента запаса 2,0) и в отоплении (без учёта коэффициента запаса 2,5) не соответствуют фактическому НДС (напряжённно-деформированному состоянию) отдельных её слоёв [9]. В действительности в начальный момент нагружения ($t = 20$ °С) слои будут находиться под действием растягивающих напряжений: полиэтиленовые ≈ 2 МПа и алюминиевый ≈ 20 МПа. С те-

Изложенное в пп. 1–3 позволяет поставить под сомнение правомерность использования для установления долговечности напорных трубопроводов из МПТ методики [2, 3]

чением времени, в зависимости от температур, эти показатели растягивающих напряжений будут изменяться для слоёв: полиэтиленовых — уменьшаться, алюминиевых — увеличиваться.

Пункт 2. Распространять любые результаты, получаемые на любом одном размере МПТ, на другие их размеры будет некорректно. Ведь соотношения толщин и диаметров всех (от №1 до №5) их слоёв не являются геометрически подобными, как это имеет место у экструдированных напорных труб из термопластов со сплошными стенками, для которых коэффициентом подобия, SDR являются размерные отношения их наружных диаметров D_0 к их толщинам стенок e (см. ГОСТ 18599 с Изм. 1–4).

Пункт 3. В силу специфики НДС [9] МПТ следует иметь в виду ещё один фактор, касающийся их напрямую. В случае восприятия МПТ [4] внутреннего

давления в трубопроводе (в данном случае $P = 1$ МПа) только одними алюминиевыми слоями в них будут создаваться растягивающие напряжения (табл. 4, столб. 6), иногда меньшие, чем прочность алюминия, например, указанная в ASTM International F 1335-04 [10] для алюминиевых слоёв МПТ (табл. 5, столб. 7).

При этом относительная деформация алюминиевого слоя (табл. 4, столб. 7) будет во много раз меньше значений, установленных (табл. 5, столб. 8). для МПТ [10]. Из этого (см. пункт 3) фактора вытекает следующее. Долговечность МПТ будет во многом зависеть не только от толщины алюминиевого слоя, но также и от прочности алюминия.

Всё это (см. пункты 1–3) позволяет ставить под сомнение правомерность использования для установления долговечности напорных трубопроводов из МПТ [4] методики, базирующейся на показателях энергии активации термоокислительной деструкции полимеров [2, 3].

Что касается правомерности использования этой методики для установления долговечности напорных полимерных трубопроводов, то это будет нами рассмотрено, в случае заинтересованности широкой научно-технической общественности, в следующих выпусках журнала. Кроме того, можно будет рассмотреть и другие подходы к определению долговечности напорных трубопроводов из представленных на российском рынке металлополимерных труб, в том числе и белорусских производителей. ●

Характеристики слоёв МПТ $d_{ce} = 16 \times 2$ [4]

табл. 3

Слой	Толщина стенки e_i	Наружный диаметр d_{ni}	$SDR = d_{ni}/e_i$	E_0 , МПа	t , °С	τ , год
1	$e_{пн} = 0,8$	16	20	1000	20	≈ 0
2	$e_{кн} = 0,1$	$16 - 1,6 = 14,4$	144	150	20	≈ 0
3	$e_{Al} = 0,2$	$14,4 - 0,2 = 14,2$	71	10 000	20	≈ 0
4	$e_{кв} = 0,1$	$14,2 - 0,4 = 13,8$	138	150	20	≈ 0
5	$e_{пв} = 0,8$	$13,8 - 0,2 = 13,6$	17	1000	20	≈ 0
1 + 5	$e_{1+5} = 1,6$	16	10	1000	20	≈ 0
3	$e_{Al} = 0,2$	$14,4 - 0,2 = 14,2$	71	10 000	20	≈ 0

Растягивающие напряжения в алюминиевых слоях*

табл. 4

d_e , мм	e , мм	e_{Al} , мм	$SDR_{Al} = (d_e - e)/e_{Al}$	P , МПа	$\sigma_0 = 0,5P \cdot SDR_{Al}$, МПа	$\varepsilon_0 = \sigma_0/E_0$, %
1	2	3	4	5	6	7
14	2,00	0,20	60,0	1	30,00	0,3000
16	2,00	0,20	70,0	1	35,00	0,3500
20	2,25	0,24	64,6	1	32,30	0,3230
25	2,50	0,27	74,1	1	37,05	0,3705
32	3,00	0,30	96,7	1	48,35	0,4835

* При полном нагружении их внутренними давлениями, действующими в трубопроводах из МПТ [4].

Характеристика МПТ (выборка из ASTM International F 1335-04)

табл. 5

Класс*	Материалы слоёв					σ на разрыв [МПа], более	ε при разрыве [%], более
	1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	СПЭ	клеи	Al	клей	ПЭ	80	22
2	СПЭ	клеи	Al	клей	СПЭ	80	22
3	ПЭ	клеи	Al	клей	ПЭ	60	35
4	ПЭ	клеи	Al	клей	СПЭ	80	22

* Области применения классов МПТ: 1 — повышенные температуры и давления; 2 — повышенные температуры и давления и улучшенная сопротивляемость внешней среде; 3 — сравнительно низкие температуры и давления; 4 — низкие температуры, в частности, газа.

1. Экспертное заключение о долговечности (по показателю энергии активации термоокислительной деструкции, СТБ 1333.0-2002 и СТБ 1333.2-2002) труб металлополимерных PE-RT/Al/PE-RT производства ООО «Стандарт Полимер» (Республика Беларусь) для систем холодного и горячего водоснабжения и отопления. Сертификаты и лицензии — экспертное заключение БНТУ. Интернет-ресурс: standpol.by.
2. СТБ 1333.0-2002. Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности по энергии активации термоокислительной деструкции полимерных материалов.
3. СТБ 1333.2-2002. Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности труб полимерных для инженерно-технических систем.
4. СТБ 1916-2008. Трубы металлополимерные для систем отопления и водоснабжения. ТУ: С изм. №1 и №2. Интернет-ресурс: gost-snip.su.
5. Прокопчук Н.Р., Кухта Т.Н. Оценка влияния внутренних напряжений на долговечность покрытий из порошковых красок // Труды БГТУ (Минск), №4/2014.
6. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Акт. ред. СНиП 41-01-2003.
7. Минск: архив осадков и температуры воздуха. Интернет-ресурс: thermograph.ru.
8. «Осадков-Москва-Робот-Климат». Интернет-ресурс: weatheronline.co.uk.
9. Отставнов А.А., Устюгов В.А., Обухов А.С. Конструкционно-прочностная специфика металлополимерных труб // Журнал С.О.К., №4/2011.
10. ASTM International F 1335-04. Стандартные ТУ на опрессованные композиционные трубы и фитинги для эксплуатации при повышенных температурах.

ПОЗДРАВЛЯЕМ ВАС
С ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ ПРАЗДНИКОМ –
ДНЕМ СТРОИТЕЛЯ!

Реклама. Товар сертифицирован



Компания Грундфос поздравляет Вас с профессиональным праздником – ДНЕМ СТРОИТЕЛЯ!
Грундфос – Ваш надежный партнер.

Филиал ООО «Грундфос» в Москве
Тел.: (495) 7373000, 5648800

www.grundfos.ru

be
think
innovate

GRUNDFOS 

Очистные сооружения: современные технологии и оборудование

Ежегодно в водоёмы России поступает 52,1 км³ сточных вод, из которых 20 км³ подлежит очистке. Однако лишь 10% (1,9 км³) прошедших обработку и после этого поступивших в водоёмы стоков соответствуют всем санитарно-химическим требованиям: более 70% (13,7 км³) сбрасываются недостаточно очищенными, а 20% (3,7 км³) и вовсе загрязнены.

Отчасти такие цифры обусловлены состоянием большинства сооружений водно-коммунального хозяйства: используемые на них технологии сильно устарели и не позволяют должным образом очищать стоки от органических загрязнений и биогенных элементов (азота и фосфора). Кроме того, существующее оборудование и строительные конструкции сооружений имеют высокую степень износа.

Для борьбы со сложившейся ситуацией на федеральном уровне принята целевая программа «Развитие водохозяйственного комплекса РФ в 2012–2020 годах», согласно которой к 2020 году должно быть реализовано 225 проектов по реконструкции и новому строительству очистных сооружений водоотведения. Основной целью при реализации данных проектов является переход на технологию глубокой биологической очистки (удаление биогенных элементов), восстановление изношенных строительных конструкций, внедрение энергосберегающих технологий, автоматизация технологических процессов.

Остановимся подробнее на схеме работы очистных сооружений водоотведения и технологическом оборудовании, которое требуется на каждом этапе очистки.

Очистка сточных вод

Процесс очистки сточных вод на очистных сооружениях водоотведения проходит в несколько этапов, основные — механическая и биологическая очистка; в зависимости от характера загрязнений может потребоваться также и физико-химический метод очистки стоков. Перед сбросом в водоём сточные воды подвергаются обеззараживанию в соответствии с «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами».

Механический этап. Описание: из сточных вод извлекаются нерастворимые частицы с различным диапазоном крупности. Для задержания посторонних веществ используются решётки, сита, песколовки, отстойники и фильтры различных конструкций. Таким образом, сточные воды подготавливаются к следующему этапу — биологической очистке.

Основной целью при реализации проектов программы «Развитие водохозяйственного комплекса РФ» является переход на технологию глубокой биологической очистки, восстановление изношенных строительных конструкций, внедрение энергосберегающих технологий, автоматизация процессов

Практический опыт: рассмотрим блок механической очистки на очистительной станции Водоканала города Череповца. Сточные воды поступают по двум коллекторам в приёмную камеру к зданию решёток. Пройдя их, стоки собираются в общий канал, а затем распределяются на две горизонтальные песколовки, предназначенные для удаления из жидкости минеральной части взвеси. Затем сточная вода попадает в две распределительные чаши, из которых распределяется на шесть первичных отстойников, где происходит процесс осаждения грубодисперсных веществ. Сбор осветлённой воды производится в лоток через водослив, в качестве которого используется стенка сборного периферийного лотка, расположенного внутри отстойника. Плавающие вещества с поверхности воды удаляются через жироловку в жиросборник и далее утилизируются. Осадок, выпавший после сбора, собирается илоскребом в приямок отстойника и самотёком через систему колодцев поступает в илоуплотнители. Регулировка выгрузки осадка из отстойника в колодец осуществляется специальными задвижками.

Биологический этап. Описание: биологические методы очистки основаны на жизнедеятельности микроорганизмов, которые минерализуют растворенные органические соединения, являющиеся для них источниками питания. Сооружения биологической очистки (БОС) условно делятся на два вида:

1. Поля фильтрации и биологические пруды, где процесс очистки протекает в условиях, близких к естественным;
2. Аэротенки и биофильтры, в которых обработка стоков идёт в искусственно созданных условиях.

Наибольшее распространение на сегодняшний день получили аэротенки — резервуары, где происходит процесс аэрации, то есть сточная вода перемешивается с активным илом и насыщается кислородом.

Практический опыт: в 2010 году во французской коммуне Валентон провели реконструкцию очистных сооружений. До проведения работ они принимали 600 тыс. м³ стоков в сутки, а в дождливое время — 1,2 млн м³/сут. После модернизации пропускная способность сооружений увеличилась до 800 тыс. м³ сточных вод ежедневно и до 1,5 млн м³ в непогоду.



⇨ Левобережные очистные сооружения города Череповец

На БОС появились новые резервуары, оснащённые современными диффузорами и мешалками. Система была предварительно смоделирована при помощи программного обеспечения компании Grundfos, ведущего мирового производителя насосного оборудования. Данный подход позволил детально проработать схему расположения элементов и тем самым обеспечить однородность потока.

Теперь биологическая очистка стоков в коммуне происходит следующим образом: в главный полипропиленовый коллектор при помощи турбокомпрессора нагнетается воздух. Далее он поступает в распределительные воздуховоды с установленными на них диффузорами на дне резервуара. Через эти элементы происходит насыщение пузырьками кислорода иловой смеси. Сборка системы аэрации и перемешивания происходила непосредственно на дне резервуара: специалисты вручную монтировали каждый диффузор на предназначенное для него посадочное место. Всего на очистных сооружениях установлено 26 360 диффузоров и 64 мешалки. Оборудование включается поочерёдно, за счёт чего и образуется однородная смесь.

«Преимущество подхода Grundfos, ставшее решающим при выборе исполнителя проекта, — сдача системы “под ключ”. Специалисты компании обеспечили полный контроль над созданием систем аэрации и перемешивания, — рассказывает Игорь Кинаш, заместитель директора департамента по реализации проектов, ООО “Грундфос”. — Кроме того, оборудование, разработанное инженерами концерна, обладает отличными прочностными и эксплуатационными характеристиками. Диффузоры оснащены жёсткими мембранами из этилен-пропилен монодиена (EPDM), а также имеют встроенный обратный клапан, который обеспечивает быстрое блокирование. В свою очередь, мешалки серий AMD и AMG изготовлены из коррозионно-стойких материалов, благодаря чему способны работать даже в очень тяжёлых условиях».

Физико-химический этап

Описание: в сточные воды добавляются реагенты (коагулянты, флокулянты), которые вступают в реакцию с загрязнителями, связывают и осаждают их в виде нерастворимых соединений. Таким образом происходит очистка от тонкодисперсных и растворённых неорганических примесей.

Практический опыт: в посёлке Чернянка Белгородской области в стандартную схему очистки сточных вод (отстойники — аэротенки — вторичные отстойники) решили включить реагентный метод. Для снижения содержания фосфатов и взвешенных веществ в лоток перед первичными отстойниками подаётся коагулянт — серноокисное железо. Точно вы-



❖ БОС в коммуне Валентон (Франция)

держивать требуемую дозу (40 мг/л) позволяют цифровые насосы серии DME, оснащённые шаговыми двигателями. Особенностью таких моторов является то, что процессы всасывания и нагнетания могут проходить с разной скоростью, что обеспечивает постоянство подачи реагента.

Дезинфекция сточных вод

Уже давно на очистных сооружениях водоотведения России используется способ обеззараживания сточных вод путём введения в жидкость газообразного хлора. Однако хлор является токсичным и взрывоопасным веществом. Одним из путей повышения уровня безопасности при модернизации ОС является переход к применению гипохлорита натрия NaClO. Низкоконцентрированный (до 0,8%) раствор гипохлорита натрия получают прямо на месте потребления методом электролиза водного раствора поваренной соли в установке Selcorperm. Образующийся в качестве побочного продукта реакции водород разбавляется в герметичной камере установки Selcorperm потоком воздуха, и далее невзрывоопасная водородо-воздушная смесь отводится за пределы помещения. Полученный целевой продукт — раствор гипохлорита натрия — поступает в ёмкость хранения готового продукта, из которой насосами-дозаторами подаётся в точки ввода дезинфектанта.

Применение установок Selcorperm позволяет сбрасывать в водоём очищенные и обеззараженные сточные воды, удовлетворяющие по своим химическим и микробиологическим характеристикам жёстким требованиям природоохранного законодательства РФ.

Обработка осадков сточных вод

На различных этапах очистки сточных вод образуются осадки в виде твёрдой фазы, содержащей органические и минеральные вещества. Так же, как и сточные воды, они нуждаются в обработке, которая заключается в уплотнении, стабилизации, кондиционировании, обезвоживании и термообработке. Как правило, для указанных процессов используются центробежные и объёмные насо-

сы с различными схемами их расположения. Например, осадок песколовок характеризуется большой зольностью и перекачивается в виде песчаной пульпы влажностью 99,9%. Песок может удаляться центробежным насосом либо гидроэлеватором. Сырой осадок первичных отстойников перекачивается в илонакопители в виде студенистой суспензии влажностью до 95%. Содержание сухого вещества в ней колеблется от 2 до 6%. Если указанная величина превышает 4%, для перекачки используются объёмные насосы. Для удаления избыточного активного ила, имеющего высокую вязкость и содержание твёрдых веществ более 4%, целесообразно применять объёмное одновинтовое оборудование.

«Для оптимизации процесса обработки осадков сточных вод сегодня применяются модели, имеющие оригинальные технические решения. Так, насосы серий SE/SL и S оборудованы свободно-вихревыми рабочими колёсами Super Vortex, которые спроектированы специально с учётом большой пропускной способности. Они имеют запатентованную конструкцию, обеспечивающую оптимальное перекачивание жидкостей с повышенным содержанием абразивных и длинноволоконистых включений, — говорит Игорь Кинаш (“Грундфос”). — У традиционных рабочих колёс свободно-вихревого типа потери на образование вихрей крайне велики. Но специальная форма лопастей колеса SuperVortex обеспечивает оптимальный профиль скоростей и снижает образование дополнительных вихрей, тем самым повышая гидравлический коэффициент полезного действия».

Поддержка государства позволит водоканалам выйти на новый уровень: использовать продвинутые технологии и современное оборудование. Однако надёжные насосы и системы — лишь часть успеха. Важно грамотно провести полный комплекс мероприятий по проектированию, монтажу и вводу в эксплуатацию системы. Только в этом случае выполненные работы приведут к улучшению экологической обстановки и повышению статуса водоснабжающих и водоотводящих предприятий жилищно-коммунальной отрасли. ●

Матмодель взаимодействия минералов шунгита и цеолита с водой

В предлагаемом материале установлена математическая модель взаимодействия аморфного, некристаллизующегося, фуллереноподобного углеродсодержащего природного минерала — шунгита и микрокристаллического алюмосиликатного минерала цеолита с водой.

Авторы: И.И. ИГНАТОВ, доктор наук Европейской академии естественных наук (Ганновер, Германия), профессор, директор Научно-исследовательского центра медицинской биофизики (НИЦМБ, София, Болгария); О.В. МОСИН, к.х.н., доцент

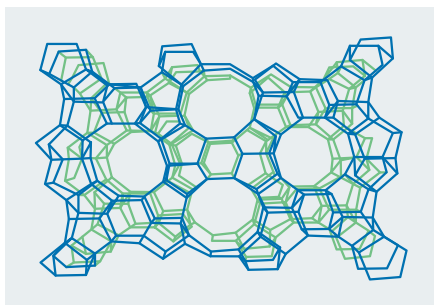


Рис. 1. Трёхмерная кристаллическая структура природного минерала цеолита типа ZSM-5

В статье приведены данные о наноструктуре, полученные с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), газовой хроматографией и инфракрасной-спектроскопией (НЭС- и ДНЭС-методы). Измерены средние энергии (ΔE_{H-O}) водородных H–O-связей между молекулами H_2O в образцах воды после её обработки шунгитом и цеолитом, составляющие $+0,0025 \pm 0,0011$ эВ для шунгита, и $-1,2 \pm 0,0011$ эВ для цеолита, соответственно. Полученные данные могут быть использованы для создания фильтров воды на основе шунгита и цеолита.

Введение

Шунгит (посёлок Шуньга, Карелия, Россия) и цеолит (местечко Мост, Болгария) относятся к новому поколению природных минеральных сорбентов (ПМС). Шунгит — промежуточный продукт между аморфным углеродом и кристаллическим графитом, содержащий углерод (30 масс.%), кварц (45 масс.%) и силикатные слюды (около 20 масс.%).

Цеолиты являются алюмосиликатными минералами натрия, калия или других элементов. Природные цеолиты образуются в условиях высоких температур и давлений при контакте вулканических пород и слоёв пепла с щелочными грунтовыми водами.

В качестве ПМС шунгит и цеолит широко применяются в химической промышленности и индустрии. Шунгит используется в качестве наполнителя и заменителя кокса в доменном производстве высококремнистого чугуна, при выплавке ферросплавов, в производстве термостойких красок и антипригарных покрытий и как наполнитель резины.

Шунгитовые породы обладают сорбционными, бактерицидными, каталитическими, восстановительными свойствами, а также способностью экранировать электромагнитные и радиоизлучения [1]. Эти свойства позволили использовать шунгит для создания различных материалов с наномолекулярной структурой. На основе шунгита созданы электропроводные краски, наполнители полимерных материалов и резин, заменители сажи и технического углерода бетоны, кирпичи, штукатурные растворы, асфальты, а также экранирующие электромагнитное и радиоизлучение композиционные материалы.

Сорбционные, каталитические и восстановительные свойства шунгита способствовали его использованию в водоподготовке для очистки сточных вод от неорганических и органических веществ (тяжёлые металлы, аммиак, нефтепро-

Цеолиты являются алюмосиликатными минералами натрия, калия или других элементов. Природные цеолиты образуются в условиях высоких температур и давлений при контакте вулканических пород и слоёв пепла с щелочными грунтовыми водами

дукты, пестициды, фенолы, поверхностно-активные вещества и др.) [2].

Кроме этого, шунгит является эффективным сорбентом для очистки воды от хлора и хлорорганических веществ (диоксинов, радикалов), обладает бактерицидными свойствами по отношению к патогенной микрофлоре в воде.

Цеолиты, благодаря их способности поглощать или пропускать через кристаллический каркас молекулы других химических соединений, могут использоваться как своеобразные молекулярные сита для разделения смеси газов и жидкостей [3]. Кроме этого, цеолиты являются ионообменниками катионного типа, способными извлекать из воды тяжёлые металлы, и, по сравнению с синтетическими смолами, обладают повышенной избирательностью к ионам цезия, свинца, кадмия и стронция. Эффективны цеолиты и в отношении органических соединений, например, концентрация наиболее распространённого в воде канцерогена бензапирена уменьшается при фильтровании через фильтр с цеолитом почти в 250 раз. Замена действующих фильтрующих материалов на цеолит позволяет повысить производительность водочистных сооружений почти в два раза. Природные цеолиты используются в виде порошков и фильтрующих материалов для очистки воды от поверхностно-активных веществ (ПАВ), тяжёлых металлов, ароматических органических соединений, красителей, пестицидов, коллоидных и бактериальных загрязнений. После использования цеолит подвергается многократной регенерации исходной водой или соевым раствором, в зависимости от целевого использования.

Высокий спектр свойств шунгита и цеолита определяет поиск новых областей практического применения этих минералов, что способствует более глубокому изучению структуры шунгита и цеолита с помощью современных методов анализа. Целью настоящей работы являлось исследование структурных свойств шунгита и цеолита и построение математической модели взаимодействия этих минералов с водой.

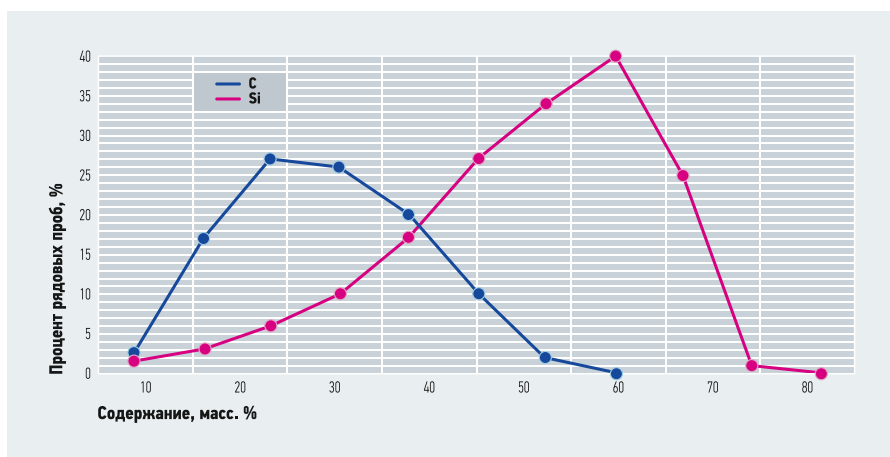


Рис. 2. Распределение (масс. %) углерода C (сплошная линия) и кремния Si (пунктирная линия) в рядовых пробах шунгитов из Зажогинского месторождения (Карелия) по данным атомно-эмиссионной спектроскопии (АЭС)

Структурные свойства и состав шунгита и цеолита

Цеолит и шунгит относятся к новому поколению ПМС. Шунгит по структуре представляет собой аллотропную форму метастабильного углерода, находящегося на предграфитовой стадии углеродизации [4]. В состав шунгита, кроме углерода, входят SiO₂ (57,0 масс. %), TiO₂ (0,2), Al₂O₃ (4,0), FeO (0,6), Fe₂O₃ (1,49), MgO (1,2), MnO (0,15), K₂O (1,5) и S (1,2) (табл. 1). В продукте, полученном при термическом обжиге шунгита (шунгизит) при 1200–1400 °С, обнаруживаются в небольших количествах V (0,015 масс. %), В (0,004), Ni (0,0085), Мо (0,0031), Cu (0,0037), Zn (0,0067), Со (0,00014), As (0,00035), Cr (0,0072) и Zn (0,0076).

Цеолит — алюмосиликатный минерал, состоящий из алюмосиликатного каркаса с щёлочноземельными металлами натрия, калия или других элементов. Кристаллическая структура цеолитов образована тетраэдрами [AlO₄]²⁻ и [SiO₄]²⁻, объединёнными общими вершинами, отрицательные заряды которых компенсируются катионами (H⁺, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, NH₄⁺), в большинстве случаев способными в катионному обмену в водных растворах. В промежутках кристаллического

каркаса расположены гидратированные положительные ионы щелочных и щёлочноземельных металлов — натрия, калия, кальция, реже магния, бария, стронция, компенсирующих заряд каркаса, и молекулы воды. Тетраэдры [AlO₄]²⁻ и [SiO₄]²⁻ образуют вторичные структурные единицы, такие как шестичленные кольца, пятичленные кольца, усечённые октаэдры и др. (рис. 1). Кристаллический каркас из алюмосиликатов включает взаимодействие каналов и полостей, образующих пористую структуру с формированием «молекулярных пор» размерами 0,3–1,0 нм. Размеры каналов достаточны для проникновения в них органических молекул и катионов, а суммарный объём их вместе с порами достигает 50 %. Средний размер кристаллической решётки цеолита может варьировать в диапазоне от 0,5 до 30 мкм.

Общая химическая формула цеолитов может быть представлена как:

$$Me_{(2/n)}[(Al_2O_3)_x(SiO_2)_y] \cdot zH_2O, \quad (1)$$

где Me — катион щелочного металла; n — его валентность; x и y — мольные соотношения оксидов кремния и алюминия в каркасе цеолита, указывающие на количество катионообменных позиций

в структуре (y = 2 – ∞); z — количество молекул воды. Известно более 30 видов природных цеолитов, но лишь часть из них образует крупные месторождения (80 % концентратов), удобные для промышленной переработки. Наиболее распространены природные цеолиты:

- шабазит (Ca, Na₂) — [Al₂Si₄O₁₂]-6H₂O с размерами ячейки 0,37–0,50 нм;
- морденит (Ca, Na₂, K₂), имеющий формулу [Al₂Si₁₀O₂₄]-7H₂O с размерами ячейки 0,67–0,70 нм;
- клиноптиломит (Na₂, K₂, Ca), имеющий формулу [Al₂O₃10SiO₂]-8H₂O с размерами ячейки 0,75–0,82 нм.

Синтетические цеолиты имеют строение и кристаллическую структуру, аналогичные природным цеолитам:

- цеолиты типа А относятся к низкокремнистым формам: в них отношение SiO₂:Al₂O₃ не превышает двух;
- цеолиты типа X имеют отношение SiO₂:Al₂O₃, которое может изменяться от 2,2 до 3,3;
- цеолиты типа Y характеризуются соотношением SiO₂:Al₂O₃ в пределах от 3,1 до 6 (причём при увеличении этого показателя повышается кислотостойкость цеолитов).

Размеры пор, определяющих избирательность цеолитов, находятся в пределах 0,0003 до 0,0009 мкм. Элементный состав анализируемого цеолита из болгарского местечка Мост аналогичен таковому для шунгита (табл. 2), за исключение углерода, который не встречается в цеолите и некоторых других элементов. Количество основных элементов (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, FeO, Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, S), составляющие эти минералы отличаются от шунгита: ив цеолите их содержание выше, чем у шунгита, за исключением TiO₂ и K₂O, содержания которых в цеолите снижены (табл. 2).

Содержания микроэлементов — V (0,0272 %), Со (0,0045 %), Cu (0,0151 %), Мо (0,0012 %), As (0,0025 %), Ni (0,0079 %), Zn (0,1007 %), Zn (0,1007 %), Ва (0,0066 %) и Cr (0,0048 %) — увеличены в цеолите по сравнению с шунгитом (табл. 2).

Физико-химические свойства шунгита и цеолита достаточно хорошо изучены [5, 6]. Плотность шунгита составляет 2,1–2,4 г/см³; пористость — до 5 %; прочность на сжатие — 100–120 МПа; коэффициент электропроводности — 1500 См/м; коэффициент теплопроводности — 3,8 Вт/(м·К); адсорбционная ёмкость — 15–20 м²/г. Плотность цеолита — 1,7–2,1 г/см³; пористость — 51 % объёма каркаса; адсорбционная ёмкость 5 м²/г; средний размер пор — 4–6 А; твёрдость по шкале Мооса — 4–5.

Химический состав шунгитов Зажогинского месторождения

табл. 1

№	Химический элемент, компонент	Содержание, масс. %	№	Химический элемент, компонент	Содержание, масс. %
1	C	30,0	12	S	1,2
2	SiO ₂	57,0	13	B	0,04
3	TiO ₂	0,2	14	V	0,015
4	Al ₂ O ₃	4,0	15	Со	0,00014
5	FeO	0,6	16	Cu	0,0037
6	Fe ₂ O ₃	1,49	17	Мо	0,0031
7	MgO	1,2	18	As	0,00035
8	MnO	0,15	19	Ni	0,0085
9	CaO	0,3	20	Cr	0,0072
10	Na ₂ O	0,2	21	Zn	0,0076
11	K ₂ O	1,5	22	H ₂ O	1,5

Химический состав цеолита месторождения в болгарском местечке Мост

табл. 2

№	Химический элемент, компонент	Содержание, масс. %	№	Химический элемент, компонент	Содержание, масс. %
1	SiO ₂	22,14	13	Ba	0,0066
2	TiO ₂	0,01	14	V	0,0272
3	Al ₂ O ₃	17,98	15	Co	0,0045
4	FeO	23,72	17	Cu	0,0151
5	Fe ₂ O ₃	1,49	18	Mo	0,0012
6	MgO	14,38	19	As	0,0025
7	MnO	0,61	20	Ni	0,0079
8	CaO	0,36	21	Pb	0,0249
9	Na ₂ O	0,5	22	Sr	0,0021
10	K ₂ O	0,4	23	Cr	0,0048
11	S	0,32	24	Zn	0,1007
12	P ₂ O ₅	0,06	25	H ₂ O	1,43

Шунгиты и цеолиты различаются по составу минеральной основы (алюмосиликатной, кремнистой), а шунгиты дополнительно — по количеству шунгитового углерода. Шунгиты с силикатной минеральной основой подразделяются на малоуглеродистые (до 5 масс.% С), среднеуглеродистые (5–25), а также высокоуглеродистые (25–80) [7]. Сумма (С + Si) в шунгитах Зажогинского месторождения находится в пределах 83–88 масс.% (рис. 2). Мольные соотношения оксидов кремния и алюминия в алюмосиликатном каркасе цеолита составляют 2–3 ед.

Исследования ультратонких шлифов шунгита методом просвечивающей (трансмиссионной) электронной микроскопии (ПЭМ) и растровой электронной микроскопии (РЭМ) в поглощённых и обратнорассеянных электронах [8] показали, что шунгитовый углерод равномерно распределён в силикатном каркасе из мелкодисперсных кристаллов кварца, размерами 1–10 мкм.

Углеродистое вещество шунгита является продуктом высокой степени карбонизации углеводородов. Его элементный состав: С — 98,6–99,6 масс.%; Н — 0,15–0,5; (Н + О) — 0,15–0,9. При практически постоянном элементном составе шунгитового углеродистого вещества наблюдается непостоянство его структур — молекулярной, надмолекулярной, поверхностной и пористой [9].

Основу шунгитного углерода составляют полые, многослойные фуллереноподобные сферические глобулы диаметром 10–30 нм, содержащие пакеты плавно изогнутых углеродных слоёв, охватывающих нанопоры.

Структура глобулы устойчива относительно фазовых переходов шунгитового углерода в другие аллотропные формы. Фуллереноподобные глобулы могут содержать от нескольких десятков до не-

скольких сотен атомов углерода и различаться по форме и размерам [10].

Углеродистое вещество шунгитов обладает структурной анизотропией и проявляет существенное увеличение диамагнетизма при пониженных температурах, характерное для кристаллов, образованных молекулами фуллеренов (фуллериты). Фуллериты являются молекулярными кристаллами с гранцентрированной кубической (ГЦК) решёткой размером 1,42 нм, числом ближайших соседей — 12 и расстоянием между ближайшими соседями — 1 нм. Плотность фуллерита составляет 1,7 г/см³, что несколько меньше плотности и шунгита (2,1–2,4 г/см³) и графита (2,3 г/см³). Молекулы фуллеренов могут содержать 24, 28, 32, 36, 50, 60, 70 и т.д. атомов углерода. Фуллерены с количеством углеродных атомов $n < 60$ являются неустойчивыми. Высшие фуллерены, содержащие большее число атомов углерода ($n < 400$), образуются в незначительных количествах и часто имеют довольно сложный изомерный состав [11]. В углеродистом веществе шунгитовых пород выявлены фуллерены (C₆₀, C₇₀, C₇₄, C₇₆, C₈₄ и др.), а также фуллереноподобные структуры, как обособленные, так и связанные с минералами [12].

Изучение взаимодействия шунгита и цеолита с водой

Методы изучения структуры шунгита и цеолита включают СЭМ, РЭМ, дифракционный анализ, ИК-спектроскопию и др. Посредством измерения ИК-спектров в области вибрационных колебаний кристаллической решётки шунгита и цеолита можно получить информацию о структуре силикатного/алюмосиликатного каркаса, природе и локализации катионов, а также о природе структурных групп на поверхности минералов, которые являются каталитически активными

Цеолиты являются алюмосиликатными минералами натрия, калия или других элементов. Природные цеолиты образуются в условиях высоких температур и давлений при контакте вулканических пород и слоёв пепла с щелочными грунтовыми водами

сайтами [13]. Полезным методом при построении модели взаимодействия шунгита с водой является построение энергетического спектра воды, который даёт информацию о средней энергии водородных связей. Экспериментальным путём было установлено, что при испарении капли воды, угол смачивания θ уменьшается дискретно до нуля, причём диаметр капли изменяется незначительно. Путём измерений этого угла через равные интервалы времени определяется функциональная зависимость $f(\theta)$, которая обозначается спектром состояния воды [14].

Для практических целей за счёт измерения спектра состояния воды можно получить информацию об усреднённом значении энергии водородных связей в пробе воды.

Для этого используется модель У. Лукка, рассматривающая воду как ассоциированную жидкость, состоящую из О–Н...О–Н групп [15]. Большая часть этих групп определяется энергией водородных связей ($-E$), а остальные свободны ($E = 0$). Функция распределения по энергиям $f(E)$ измеряется в электронвольтах [эВ^{-1}] и изменяется с температурой.

Для практических расчётов функции $f(E)$ используется экспериментальная зависимость между поверхностным натяжением воды θ и энергией водородных связей между её молекулами E :

$$f(E) = \frac{14,33 f(\theta)}{[1 - (1 + bE)^2]^2}, \quad (2)$$

где $b = 14,33 \text{ эВ}^{-1}$; $\theta = \arccos(1 - bE)$.

Процесс характеризуется неравновесным испарением капель воды, поэтому используется термин «неравновесный энергетический спектр воды» (НЭС).

Разность: $\Delta f(E) = f_1 - f_2$, где f_1 — f (пробы воды); f_2 — f (контрольной пробы воды), характеризует «дифференциальный неравновесный энергетический спектр воды» (ДНЭС). ДНЭС измеряется в миллиэлектронвольтах (мэВ) и является мерой структурных изменений воды в результате внешних воздействий.

Исследование методами НЭС и ДЭС образцов воды, полученной после трёхдневного контакта шунгита и цеолита



КЛАПАНЫ ДЛЯ РАДИАТОРОВ,
ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЕ ГОЛОВКИ



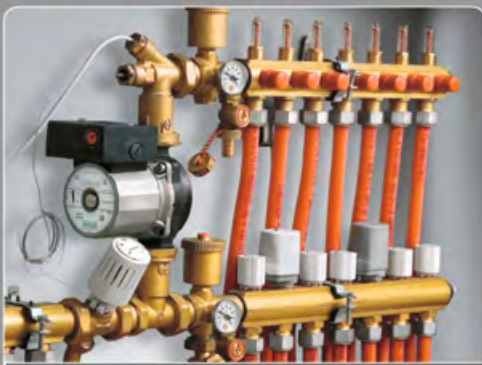
КЛАПАНЫ ДЛЯ ОДНО И ДВУТРУБНЫХ СИСТЕМ,
УЗЛЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ



ШАРОВЫЕ КРАНЫ



ФИТИНГИ И АДАПТЕРЫ



КОЛЛЕКТОРЫ



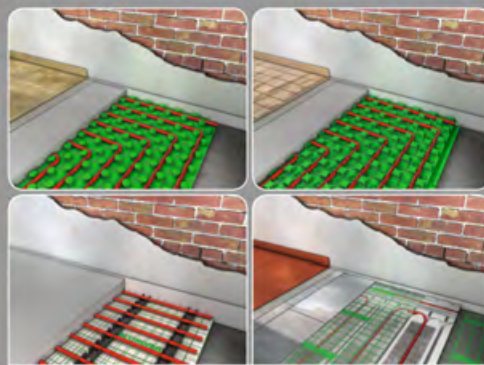
ЗОНАЛЬНЫЕ И СМЕСИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ,
КОТЕЛЬНАЯ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА



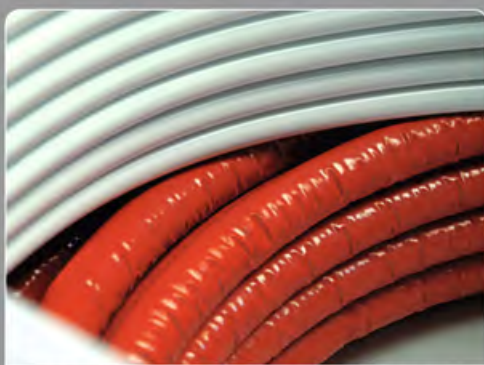
МОДУЛИ УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛА



БЛОКИ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ



СИСТЕМА НАПОЛЬНОГО ОБОГРЕВА И
ОХЛАЖДЕНИЯ



ТРУБЫ PPR, PEХ, PERT, PEХ AL PEХ И PB

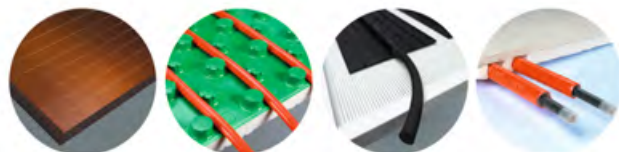


СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ



СИСТЕМЫ ПОТОЛОЧНОГО ОБОГРЕВА И
ОХЛАЖДЕНИЯ

ИДЕАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ
ОТОПЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТОМ.
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.



 **TRUEMADE IN ITALY**
ДЕЙСТВИТЕЛЬНО, СДЕЛАНО В ИТАЛИИ



GIACOMINI
WATER E-MOTION

с деионизированной водой, может также дать информацию о возможном числе водородных связей в ассоциатах воды, состоящих из О-Н...О-Н групп и распределении молекул H₂O по энергиям водородных связей $-E_{value}$ относительно общей энергии водородных связей E_{total} в образцах воды (табл. 3).

Исследование образцов воды после трёхдневного контакта шунгита и цеолита с деионизированной водой методом ДНЭС показали значения средней энергии ΔE_{H-O} водородных Н-О-связей между молекулами H₂O, составляющие $+0,0025 \pm 0,0011$ эВ для шунгита и $-1,2 \pm 0,0011$ эВ для цеолита. Для контрольного образца деионизированной воды эта величина составляет $-0,1162$ эВ. Данная разница в значениях ΔE_{H-O} между шунгитом и цеолитом свидетельствует о различии механизмов взаимодействия этих минералов с водой, обусловленных различным компонентным составом и структурой (пористость, плотность, адсорбционная ёмкость).

Полученные результаты свидетельствуют о реструктуризации значений энергий водородных связей между индивидуальными молекулами H₂O со статистически достоверным увеличением локальных максимумов в ДНЭС-спектрах. Например, для значения $0,1387$ эВ существует локальный максимум с положительным значением энергии для шунгита и цеолита.

ДНЭС-спектры водных растворов, содержащие катионы Ca²⁺ в концентрации $0,1$ моль/л, обладали локальным максимумом энергии при $-0,11$ эВ и локальным минимумом при $-0,1$ эВ. ДНЭС-спектры образцов воды после контакта с шунгитом обладают локальным максимумом энергии при $-0,1137$ эВ и локальным минимумом при $-0,0987$ эВ. При изменении температуры воды средняя энергия водородных Н-О-связей в мо-

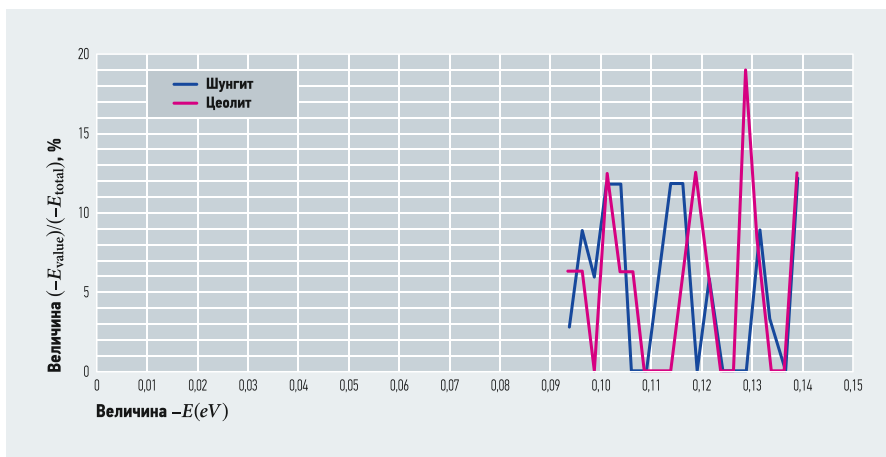


Рис. 4. Распределение значений $(-E_{value})/(-E_{total})$ [%] молекул H₂O в соответствии с энергиями водородных связей $(-E_{value})$ относительно общей энергии водородных связей (E_{total}) в ДНЭС-спектрах образцов воды после контакта шунгита и цеолита с водой

лекулах H₂O изменяется, что приводит к перераспределению молекул H₂O по энергиям в ДНЭС-спектрах [16]. По данным экспериментальным зависимостям распределения значений $(-E_{value})/(-E_{total})$ [%] молекул H₂O в соответствии с энергиями водородных связей $(-E_{value})$ относительно общей энергии водородных связей (E_{total}) в образцах воды построена математическая модель взаимодействия этих минералов с водой (рис. 3).

Выводы

Фуллеренсодержащий природный минерал шунгит и микропористый микрокристаллический алюмосиликатный минерал цеолит имеют сложную многокомпонентную структуру. Эффективность использования этих двух природных минералов обусловлена обширным спектром ценных свойств (сорбционные, каталитические, восстановительные, бактерицидные, электропроводные), экологичностью, невысокой стоимостью материалов на основе шунгита и технологий его получения и обработки, наличием обширной отечественной сырьевой базы, способствующей широкому использованию этих минералов. В результате исследований установлена математическая

модель, описывающая взаимодействие этих минералов с водой. Это позволяет понять, как эти минералы взаимодействуют с молекулами H₂O для объяснения физико-химических и адсорбционных свойств этих минералов. ●

Энергии водородных связей между молекулами H₂O*

табл. 3

$-E(eV)$ x-ось	Шунгит $(-E_{value})/(-E_{total}), \%$	Цеолит $(-E_{value})/(-E_{total}), \%$	$-E(eV)$ x-ось	Шунгит $(-E_{value})/(-E_{total}), \%$	Цеолит $(-E_{value})/(-E_{total}), \%$
0,0937	2,85	6,3	0,1187	0	12,4
0,0962	8,8	6,3	0,1212	5,9	6,3
0,0987	5,9	0	0,1237	0	0
0,1012	11,8	12,4	0,1262	0	0
0,1037	11,8	6,3	0,1287	0	18,7
0,1062	0	6,3	0,1312	8,8	6,3
0,1087	0	0	0,1337	2,85	0
0,1112	5,9	0	0,1362	0	0
0,1137	11,8	0	0,1387	11,8	2,4
0,1162	11,8	6,3			

* В образцах воды, полученных ДНЭС-методом, после контакта с шунгитом и цеолитом. Показано распределение значений $(-E_{value})/(-E_{total})$ [%] молекул H₂O в соответствии с энергиями водородных связей $(-E_{value})$ относительно общей энергии водородных связей (E_{total}) .

- Mosin O.V., Ignatov I. The structure and compositions of natural carbonaceous fullerene containing mineral shungite // International Journal of Advanced Scientific and Technical Research. 2013. V.3. №11–12.
- Мосин О.В. Природный нанотехнологический минерал в водоподготовке // Нанотехнологии. Экология и производство, №5(12)/2011.
- Мосин О.В., Игнатов И. Природный фуллеренсодержащий минерал шунгит в производстве строительных материалов // Строительные материалы. Оборудование и технологии XXI века, №12(179)/2013.
- Volkova I.B., Bogdanov M.V. Petrology and genesis of the Karelian shungite-high rank coal // Int. J. Coal Geol. 1986. V. 6.
- Парфенева Л.С., Волконская Т.И., Тихонов В.В. Теплопроводность, теплоёмкость и термоЭДС шунгитового углерода // Физика твёрдого тела, №4/1994.
- Мосин О.В., Игнатов И. Состав и структурные свойства фуллеренсодержащего минерала шунгита // Нано и микросистемная техника, Т. 1, 2013.
- Медведев П.В., Ромашкин А.Е., Филиппов М.М. Природа исходного органического вещества и особенности микроструктуры кремнистых шунгитовых пород / В кн.: Геология и полезные ископаемые Карелии. — Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. Вып. 10.
- Мосин О.В. Новый природный минерал шунгит в водоподготовке // Журнал С.О.К., №3/2012.
- Юшкин Н.П. Глобулярная надмолекулярная структура шунгита: данные растровой туннельной микроскопии // Докл. Акад. Наук СССР, Т. 337, №6/1994.
- Мосин О.В., Игнатов И. Структура и свойства фуллеренсодержащего минерала шунгита // Наноматериалы и нанотехнологии, №2/2012.
- Резников В.А., Полюховский Ю.С. Аморфный шунгитовый углерод — естественная среда образования фуллеренов // Письма в ЖТФ, Т. 26, 2000, Вып. 15.
- Голубев Е.А. Локальные надмолекулярные структуры шунгитового углерода // Труды Межд. симп. «Углеродсодержащие формации в геологической истории». — Петроз.: Изд-во Карельского НЦ РАН, 2000.
- Ignatov I., Mosin O.V. The structure and composition of carbonaceous fullerene containing mineral shungite and microporous crystalline aluminosilicate mineral zeolite // Nanotechnology Research and Practice. 2014. Vol. 1. №1.
- Ignatov I., Mosin O.V. Structural mathematical models describing water clusters // Journal of Mathematical Theory and Modeling. 2013. V. 3. №11.
- Ignatov I., Mosin O.V. The Structure and Composition of Carbonaceous Fullerene Containing Mineral Shungite and Microporous Crystalline Aluminosilicate Mineral Zeolite. Mathematical Model of Interaction of Shungite and Zeolite with Water Molecules // Advances in Physics Theories and Applications. 2014. Vol. 28.

KD **navien**



умные котлы из Кореи

SMART TOK

ПОДДЕРЖИВАЙТЕ ТЕПЛО И УЮТ В ВАШЕМ ДОМЕ,
УДАЛЕННО УПРАВЛЯЯ КОТЛОМ С ПОМОЩЬЮ WI-FI
И СМАРТФОНА, НЕЗАВИСИМО ОТ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА
НОВОГО КОТЛА SMART-TOK:



SMART CONTROL
Wi-Fi управление



SMART VOICE
голосовые подсказки



SMART SAVE
снижает расходы на газ



www.navien.ru
горячая линия:
8 800 505 10 05

ОТОПЛЕНИЕ

Конденсационные котлы Bosch: преимущества технологии

Пристальное внимание к вопросам энергосбережения и защиты окружающей среды в Европе привело к созданию конденсационных отопительных газовых котлов, которые должны прийти на смену традиционным конвекционным.

Первые модели конденсационных отопительных газовых котлов появились за рубежом ещё в начале 1980-х годов. В настоящий момент на рынке представлен широкий ассортимент продукции, в котором одну из лидирующих позиций занимают конденсационные котлы компании Bosch.

Преимущество конденсационной технологии заключается в более эффективном использовании энергетического потенциала природного газа, как одного из наиболее доступных и экологичных видов топлива с высокой теплотой сгорания. С помощью данной технологии возможно задействовать скрытое тепло дымовых газов, которое ранее уходило в атмосферу. Тепло выделяется за счёт охлаждения и конденсации водяных паров, содержащихся в газах, и поглощается специальным теплообменником. При использовании технологий предыдущих поколений температура дымовых газов могла достигать 200 °С. Низкотемпературные отопительные системы позволили снизить её до 75 °С, а конденсационные технологии — до 56 °С.

Конденсационные котлы демонстрируют исключительно высокие показатели КПД. Так, КПД современных отопительных приборов, работающих по традиционной технологии, достигает 93%. При использовании обычной формулы



расчёта КПД суммарный КПД конденсационного котла может достигать 106–109%. При этом абсолютный КПД может принимать значение до 98%. В настоящее время потенциал увеличения КПД при использовании конденсационных технологий практически реализован. Так, при использовании природного газа максимальный теоретический КПД составляет 111%. На практике же получены показатели КПД до 110,2%. Дальнейший прогресс здесь возможен за счёт внедрения инновационных технологий управления отопительными системами, а также за счёт задействования источников возобновляемой энергии, например, солнечной.





Существует ряд особенностей эксплуатации конденсационных котлов, касающихся температуры теплоносителя и механизма образования конденсата. Так, температура обратного трубопровода должна быть меньше 57°C , что можно обеспечить путём дополнительной теплоизоляции здания и уменьшения температуры подающей линии. Также при повышенной чувствительности существующего дымохода к влаге должен быть установлен пластиковый дымоход.

В процессе эксплуатации образуется кислотный конденсат. При этом кислотность находится в диапазоне $\text{pH} = 3,5-5,0$, что сравнимо с кислотностью обычного томатного сока. Это позволяет утилизировать конденсат через систему бытовой канализации. Также возможна установка на конденсационный котёл такой дополнительной опции, как система нейтрализации конденсата.

В конструкции котлов используются специальные материалы, устойчивые к коррозии, в частности, нержавеющая сталь и силумин — сплав алюминия с кремнием. Данный материал обладает высокой теплопроводностью, устойчивостью к деформации, лёгок в обработке. Конденсационные котлы Bosch оснащены силуминовыми теплообменниками.

Применение конденсационных котлов особенно актуально в системах с низкими температурными режимами. Это позволяет снизить затраты на отопление на 30–35%, а также снизить выбросы оксидов азота и углерода на 80–90% по сравнению с конвекционными котлами аналогичной мощности. Так как конденсационные котлы имеют более сложное устройство, они несколько дороже обычных конвекционных котлов. Однако сни-

жение расходов при эксплуатации позволяет окупить первоначальные затраты в процессе использования котла в течение нескольких лет.

Также конденсационные котлы имеют преимущество в компактности, так как обеспечивают большую мощность при одинаковых габаритах.

Конденсационные технологии широко распространены за рубежом. В частности, впервые в широких масштабах они были внедрены в Нидерландах. С 2005 года в Великобритании все новые отопительные системы центрального отопления должны работать по данной технологии и обладать повышенным КПД. В Соединённых Штатах Америки на федеральном и местном уровне введён ряд государственных льгот, действующих при установке конденсационного отопительного оборудования.

Имеются особенности эксплуатации конденсационных котлов, касающиеся температуры теплоносителя и механизма образования конденсата. Так, температура обратного трубопровода должна быть меньше 57°C . Также при повышенной чувствительности существующего дымохода к влаге должен быть установлен пластиковый дымоход. В процессе эксплуатации образуется кислотный конденсат ($\text{pH} = 3,5-5,0$, что сравнимо с кислотностью томатного сока). Утилизация такого конденсата возможна через систему бытовой канализации

О конденсационных котлах Bosch

В настоящее время Bosch поставляет на российский рынок бытовые конденсационные котлы импортного производства. В линейку конденсационных котлов Bosch входят модели Condens 3000 W, 5000 W, 7000 W. Разнообразие представленных моделей, как настенных, так и напольных, позволяет решать широкий спектр задач в сфере отопления, в том числе с использованием модульных технологий. КПД предлагаемых котлов достигает 110%. Также котлы оснащены системами индикации рабочих параметров и функциями создания дневных и недельных программ.

Модель Condens 3000 W обеспечивает отопление и горячее водоснабжение помещений площадью до 220 м^2 и выход горячей воды до 12 л/мин. Оснащена запатентованной системой управления Bosch Heatronic третьего поколения.

Модель Condens 5000 W обеспечивает отопление и ГВС помещений. Несколько устройств могут быть объединены в каскад до четырёх штук. Компактность позволяет получать 400 кВт с одного квадратного метра занимаемой площади. КПД модели достигает 110%. Котёл является идеальным решением для интеграции с большими системами солнечных коллекторов. Модель Condens 7000 W рассчитана на отопление помещений площадью до $300-400\text{ м}^2$. Поставляется в одно- и двухконтурном варианте.

Высокое качество конденсационных котлов Bosch Condens подтверждено европейской маркировкой CE. Срок гарантии завода-изготовителя составляет 24 месяца с даты ввода оборудования в эксплуатацию. Подробные характеристики продукции доступны на сайте компании. ●

Ваш надёжный PARTNËR

Известно, что, несмотря на глобальные лидирующие позиции России в газовой отрасли, далеко не все регионы внутри нашей страны газифицированы полностью. Поэтому для многих населённых пунктов, дачных и коттеджных посёлков твердотопливное отопление остаётся безальтернативным.

Даже в благополучных с точки зрения газификации регионах предусмотрительные владельцы частных домов в дополнение к действующему котлу, как правило, устанавливают резервный источник тепла. Универсальный по типу используемого топлива котёл подходит для этого лучше всего. На рынке представлено много промышленно изготовленных универсальных котлов, схожих как внешне, так и по своим техническим характеристикам. Рядовому покупателю разобраться в их отличиях достаточно сложно. В этой статье на примере универсальных котлов Partnër, разработанных и производимых специалистами ГК «Костер», обозначены основные критерии, которые пригодятся покупателю для того, чтобы сделать свой выбор осознанным.

Конкурентные преимущества универсальных котлов Partnër в прямом смысле этого слова очевидны, поэтому данное предложение в ряду достойных других стоит особняком.

Коэффициент полезного действия котла зависит от площади и качества нагрева теплоотдающих поверхностей топки, а также эффективности организации дымоотводящих каналов. В конструкции котла Partnër, помимо стандартной водяной рубашки, есть рассекатель со встроенным в него эффективным жаротрубным теплообменником.

Универсальность котла по применяемому виду топлива. Котел Partnër может использовать в качестве топлива дрова, уголь, дровяные, угольные и торфяные брикеты, пеллеты. В базовой комплектации установлен блок ТЭНов. Кроме того,

Предусмотрительные владельцы частных домов в дополнение к действующему газовому котлу, как правило, устанавливают универсальный резервный котёл, который может использовать в качестве топлива дрова, уголь, дровяные, угольные и торфяные брикеты, а также пеллеты

На правах рекламы.

при необходимости на котёл Partnër без дополнительной слесарной подготовки можно установить газовую или пеллетную горелку.

Управляемость котла. В отличие от газового или электрического котла, твердотопливный котёл — плохо управляемая инерционная система, требующая времени для набора температуры или перевода в другие режимы работы. Для повышения управляемости все котлы Partnër могут быть оборудованы опциями, автоматизирующими процесс их эксплуатации. Вот основные из них:

- 1. Автоматический регулятор тяги.** С его помощью можно поддерживать заданные температурные режимы в системе отопления, создавать оптимальный климат в отапливаемых помещениях и значительно сокращать расход топлива.
- 2. Пульт управления блоком ТЭНов** от компании «Костер» разработан и изготовлен с применением передовых технологий. Он позволяет комбинировать применяемые виды топлива, облегчая пользователям эксплуатацию котлов, что особенно актуально в ночное время.



⦿ Пример подключения котла Partnër к системе отопления



⚡ Автоматическая пеллетная горелка с электророзжигом и автоматическим выбором уровня выходной мощности — альтернатива газовому котлу в тех случаях, когда подведение газовой магистрали по каким-либо причинам невозможно.



⚡ Пульт управления блоком ТЭНов позволяет комбинировать применяемые виды топлива, облегчая пользователям эксплуатацию котлов

Пульт управления позволяет поддерживать заданную температуру теплоносителя с помощью блока ТЭНов, после того, как сгорит топливо, закладываемое непосредственно в топку. При этом сами ТЭНовы могут подключаться как одновременно, так и последовательно.

В отличие от большинства представленных на рынке пультов управления ТЭНами, данный пульт состоит из двух компонентов. Его «силовая» часть размещается на DIN-рейке непосредственно в электрощитке, а электроника размещена в изящном пластиковом корпусе, оснащённом ЖК-экраном и сенсорной панелью управления. Такая конструк-

ция улучшает внешний вид и повышает функциональность пульта.

3. Автоматическая пеллетная горелка, разработанная для котлов Partnër, является отличной альтернативой газовому котлу в тех случаях, когда подведение газовой магистрали по каким-либо причинам невозможно. Благодаря уникальному электрическому розжигу и автоматическому выбору уровня выходной мощности, горелку можно использовать многие годы. При этом установка и эксплуатация горелки не требует специальной подготовки, согласований с органами технического надзора и может быть осуществлена самостоятельно.

В базовой комплектации горелка состоит из бункера для загрузки пеллет с датчиком наличия топлива, шнекового транспортера, горелки, пульта управления и датчиков температуры.

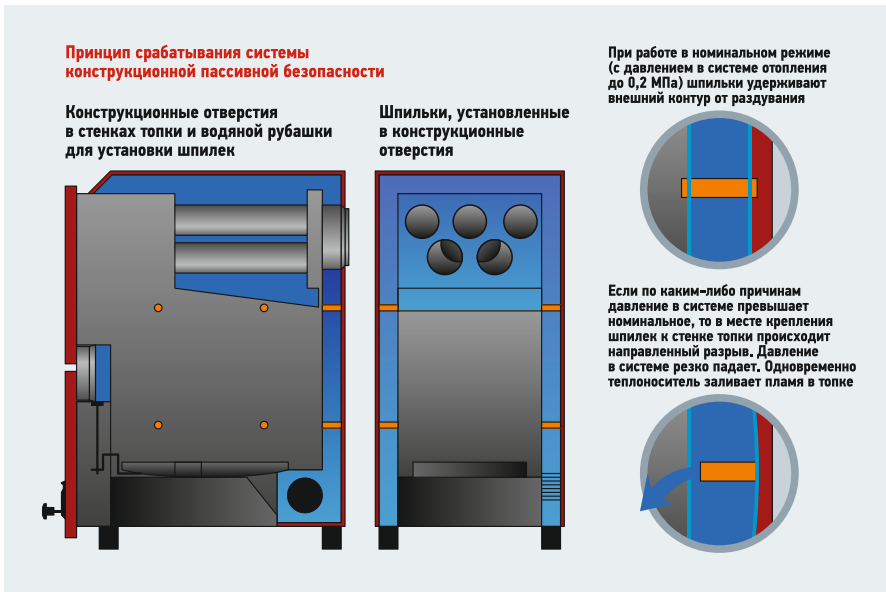
Дополнительно горелка может быть оснащена GSM-модулем с выносной антенной, модулем дистанционного управления, блоком коммутации ТЭН и пневматической очисткой жаровни. Автоматические горелки, устанавливаемые на котлы Partnër, имеют интуитивно понятный интерфейс, панель Touch Screen, широкий диапазон предустановленных и ручных настроек.



⚡ Универсальные котлы Partnër

Установка и эксплуатация автоматической пеллетной горелки не требует специальной подготовки, согласований с органами технадзора и может быть осуществлена самостоятельно. В базовой комплектации горелка состоит из бункера для загрузки пеллет с датчиком наличия топлива, шнекового транспортера, горелки, пульта управления и датчиков температуры

Остаётся добавить, что автоматическая пеллетная горелка, предназначенная для установки на универсальные отопительные котлы Partnër, в самой максимально полной комплектации и с расширенным сроком гарантии стала значительно доступнее по цене. В сравнении с европейскими аналогами разница составляет от 30 тыс. до 70 тыс. руб.



❖ Система конструктивной пассивной безопасности (Constructive Passive Safety, CPS) — это совокупность конструктивных решений и свойств применяемых материалов, направленная на снижение тяжести последствий при возникновении аварийной ситуации, вызванной неправильной эксплуатацией или другими обстоятельствами

Время работы на одной закладке топлива. Интервал между подходами к котлу для закладки топлива зависит от эффективности организации горения, а также от полезного объема топки. При равно эффективной организации горения и дожига уходящих газов предпочтительнее тот котёл, полезный объём топки которого больше. Ведь чем больше полезный объём топки, тем больше топлива можно загрузить одновременно. Соответственно, и сгорать это топливо будет дольше.

В сравнении с аналогичными по мощности котлами, в универсальных котлах Partnër компоновка топливной камеры оптимизирована так, что без существенного увеличения внешних габаритов котла позволила увеличить полезный объём топки на 30–50%. Кроме того, подача воздуха в верхнюю часть топки через специально оборудованные регулируемые отверстия (они есть не во всех модификациях) обеспечивает длительность горения одной закладки топлива до восьми-девяти часов.

Безопасность эксплуатации. Пожалуй, это главный вопрос эксплуатации любого технического изделия. К сожалению, покупатели твердотопливных котлов зачастую недооценивают важность соблюдения норм и требований, предъявляемых к проектированию, а также монтажу отопительных систем. Опираясь на рекомендации своих знакомых или вообще незнакомцев «из Интернета», покупатель самостоятельно монтирует отопительную систему. Смонтированная отопительная система внешне похожа на

«настоящую», да вот только сечение труб «немного не то», да и сами трубы «не те», насос красивый и недорогой, да ненадёжный и не той мощности и т.п.

Результат — отопительная система работает некорректно или вовсе не работает. Обычно в этом случае покупатель во всём винит производителя котла, однако претензии заканчиваются на этапе экспертной оценки системы отопления и консультации по устранению недоработок. Ситуация нередкая и печальная, но, как говорится, «не смертельная».

Применённая в котлах Partnër уникальная система конструктивной пассивной безопасности (Constructive Passive Safety, CPS) представляет собой совокупность конструктивных решений и свойств применяемых материалов, направленную на снижение тяжести последствий при возникновении аварийной ситуации, вызванной неправильной эксплуатацией или другими обстоятельствами

Хуже, когда дилетантский подход распространяется на элементы безопасности. Например, купил человек группу безопасности в сборе, да не обратил внимание на то, что предохранительный клапан в ней рассчитан на давление, в разы превышающее номинальное давление в системе. Или в мембранном расширитель-

ном баке закачанное давление превышает допустимое, на которое рассчитан котёл. Вследствие избыточного давления в системе соединения «текут», котёл раздуло или (что хуже всего) он и вовсе взорвался.

Применённая в котлах Partnër уникальная система конструктивной пассивной безопасности (Constructive Passive Safety, CPS) — это совокупность конструктивных решений и свойств применяемых материалов, направленная на снижение тяжести последствий при возникновении аварийной ситуации, вызванной неправильной эксплуатацией или другими обстоятельствами.

Между стенкой топки и стенкой внешней водяной рубашки котлов Partnër приварены шпильки определённого сечения, с расчётным усилением сварного шва. При работе котла в номинальном режиме шпильки обеспечивают жёсткость конструкции, удерживая внешний контур от раздувания.

В случае, если по каким-либо причинам давление в системе превышает номинальное, то в месте крепления шпилек к стенке топки (где температура значительно выше, чем на стенке водяной рубашки, а следовательно, и металл гораздо пластичнее) происходит её направленный разрыв. Давление в системе резко падает, а теплоноситель одновременно стекает в топку. Важно, что срабатывание системы CPS не является фатальным для котла, который может быть отремонтирован на месте, где он установлен, без демонтажа и в самое короткое время.

Применение в конструкции твердотопливных котлов Partnër системы CPS является «ноу-хау» ГК «Костер» и, в сравнении с другими твердотопливными котлами, делает приобретение данного котла предпочтительнее для покупателя, так как гарантирует его длительную безопасную эксплуатацию.

Универсальные отопительные котлы Partnër, равно как печи для бани и другая продукция от ГК «Костер», — это мощный сплав собственных уникальных разработок, высокотехнологичного производства, превосходных технических характеристик, стабильного качества и адекватной цены! ●

Группа Компаний «Костер» — Очевидные преимущества. Осознанный выбор.

www.koster.pro

Приглашаем дилеров к сотрудничеству:

E-mail: partner@koster.pro

Подходы к созданию автономных систем автономного энерго-снабжения*

Статья посвящена оценке возможностей и проблем реализации бестопливного энерго-снабжения (тепло и электроэнергия) изолированных потребителей России малой (до сотен киловатт) мощности на базе совместного использования ветроэнергетических установок (ВЭУ) и прогрессивных систем пневматической аккумуляции и преобразования энергии.

Авторы: С.В. ГАНАГА, к.т.н.; Ю.И. КУДРЯШОВ, к.ф.-м.н.; В.Г. НИКОЛАЕВ, д.т.н.; В.В. НИКОЛАЕВ; К.Э. СОН, к.ф.-м.н.

* По материалам конференции «Возобновляемая и малая энергетика 2015» (подробнее о мероприятии см. журнал С.О.К. №7/2015, стр. 68, или на сайте www.c-o-k.ru).

Актуальность работы связана с необходимостью кардинального повышения автономности, надёжности, экономичности, экологической безопасности энерго-снабжения промышленных, технологических и военных объектов и населения в удалённых изолированных пунктах российского Заполярья и Дальнего Востока и отсутствием в России и в мире обоснованных научно-технических эффективных решений проблем автономного энергоснабжения локальных потребителей энергии в арктических условиях. Важность исследования для государства, в случае успеха в решении поставленных в работе задач, в целом связана с возможностью повышения энергетической безопасности и снижения объёмов так называемого «северного завоза».

Практический опыт широкомасштабного эффективного (надёжного и экономичного) использования автономных источников энергоснабжения потребителей на базе совмещения ВЭУ и систем аккумуляции и преобразования энергии на пневматическом принципе в мире в настоящее время отсутствует.

Проведённое авторами исследование нацелено на разработку научных принципов, практических технических решений и опытного образца автономного энергетического комплекса, построенного на базе передовых российских и мировых технологий получения сжатого воздуха с использованием ВЭУ нового типа и его пневматического преобразования,

Ветровой режим в исследуемых регионах России в данной работе определялся и оценивался теоретически моделированием ВЭП и мощности ВЭУ по данным измерений ветра и термодинамических параметров ПСА на сети государственных метеорологических (числом до 600) и аэрологических (около 60) станций России и бывшего СССР (базовые периоды от 10 до 40 лет)

аккумуляции и использования в качестве энергоносителя для гарантированного бестопливного получения электроэнергии и тепла.

Основными проблемами и соответствующими этапами научно-технического поиска и разработки энергетических источников, предлагаемых авторами, является теоретическое и экспериментальное исследование:

- климатических факторов, ветроэнергетического потенциала (ВЭП) удалённых регионов России применительно к разработке ветроэнергетических установок в северном исполнении и аккумулирующих энергию пневматических систем новых типов и назначения;
- разработка принципиальных схем и технического облика ВЭУ для работы в суровых российских климатических условиях;



❖ Зима в российском Заполярье

Изображение: Юрий Крацов (www.techdesigner.ru)

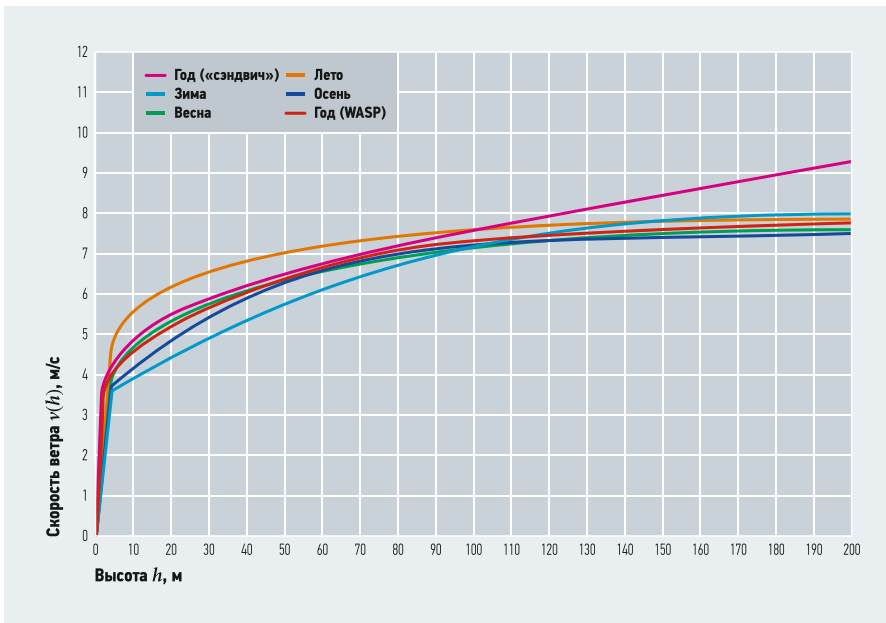


Рис. 1. Расчётные высотные профили скорости ветра в районе посёлка Тикси

- поиск и разработка принципиальных и технических схем высокоэффективных систем и прогрессивных технологий получения сжатого воздуха и его пневматического преобразования, аккумулярования и использования в качестве эффективного энергоносителя для получения электроэнергии и тепла;
- техническое подтверждение возможности практической реализации теоретически полученных научно-технических принципов на основе разработки функциональной схемы и создания опытного образца энергетического комплекса электрической мощности 8–10 кВт;
- технико-экономического обоснование инвестиций перспективных схем энергоснабжения на разработанных принципах в изолированных пунктах российского Севера и Дальнего Востока с учётом установленных в работе местных ветроклиматических факторов и параметров энергоснабжения;
- определения объёмов рынка сбыта разработанного энергокомплекса.

Эффективность и достоверность достижения целей настоящей работы обеспечивается использованием максимально эффективных и достоверных методик определения климатических характеристик ВЭП и эффективности ВЭУ в северных и дальневосточных регионах России и выбором на этой основе оптимального состава и параметров (типоразмеров, мощности, ёмкости, конструктивных особенностей, ремонтпригодности и пр.) автономного энергокомплекса на базе ВЭУ и аккумулирующих энергию устройств с использованием сжатого воздуха в качестве энергоносителя.

В ходе работы авторами были получены следующие результаты. Применительно к определению технических требований к ВЭУ и системам аккумулярования сжатого воздуха проведена разработка методик моделирования временной и пространственной изменчивости ВЭП в полярных районах. Разработанные методики определения временной краткосрочной (масштабов от нескольких минут до суток) и сезонной и пространственной (территориальной и высотной) изменчивости и модели ветроклиматических условий и ВЭП в опорных пунктах российского Заполярья и Дальнего Востока основаны на физико-статистическом моделировании на базе комплексного использования данных о пограничном слое атмосферы (давление,

На базе разработанной методики в исследуемых пунктах определены ветроклиматические условия функционирования и технические характеристики и требования к базовым ВЭУ, а также определены с учётом графиков нагрузки необходимые объёмы и технические параметры системы аккумулярования сжатого воздуха и компрессорных установок

температура, плотности, влажности, ветре, турбулентности, опасных для техники метеорологических явлениях и пр.) и геофизических характеристиках Земли (рельефе, подстилающей поверхности, грунтах, вечной мерзлоты и пр.), полученных и получаемых в ходе многолетних сетевых и специальных краткосрочных метеорологических, аэрологических (шаропилотных), спутниковых, экспедиционных геологических и геофизических изысканий [1, 2].

Ветровой режим в исследуемых регионах России в данной работе определялся и оценивался теоретически моделированием ВЭП и мощности ВЭУ по данным измерений ветра и термодинамических параметров ПСА на сети государственных метеорологических (числом до 600) и аэрологических (около 60) станций России и бывшего СССР (базовые периоды от 10 до 40 лет), а также специализированных под задачи ветроэнергетики краткосрочных (за один-два года) трёхуровневых измерений на метеорологических мачтах в высотном диапазоне 10–60 м (ветровой разведки) в отдельных пунктах России [2].

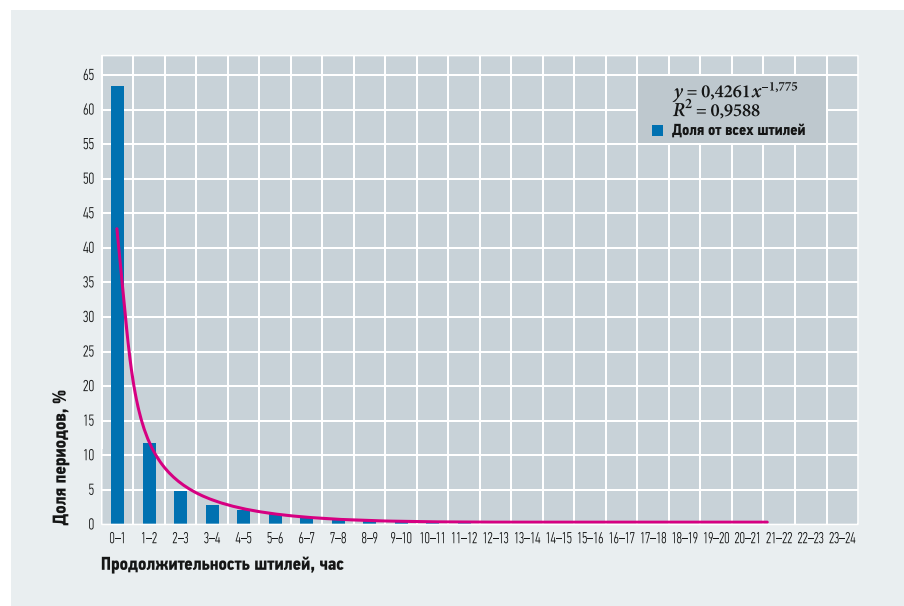


Рис. 2. Плотность вероятности распределения длительности штилей в районе посёлка Тикси



Разработанные методики обеспечивают теоретическое высокоточное (с погрешностью не более 15–18%) моделирование параметров ВЭП в любой заданной координатной точке на территории российского Заполярья и определение параметров временной изменчивости с масштабами от нескольких минут до сезонных и межгодовых. Методики отлажены и апробированы на примере важнейших опорных пунктов российского Заполярья: Тикси, Певек, мыс Шмидта, Анадырь. Для примера на рис. 1 и 2 приведены графики рассчитанных средних многолетних сезонных вертикальных профилей и функций распределения скоростей ветра в районе посёлка Тикси, а также результаты исследования кратковременных (с минутным и суточным масштабами) пульсаций скоростей ветра.

На базе разработанной методики в исследуемых пунктах определены ветроклиматические условия функционирования и технические характеристики и требования к базовым ВЭУ, а также определены с учётом графиков нагрузки необходимые объёмы и технические параметры системы аккумуляции сжатого воздуха и компрессорных установок для прототипа автономного энергетического комплекса гарантированного безтопливного получения электроэнергии и тепла с использованием сжатого воздуха как энергоносителя.

Основными результатами и выводами этапа разработки методики моделирования и определения с её помощью пространственно-временной структуры ВЭП и климатических условий функционирования заполярных источников гарантированного энергоснабжения (ИГАЭС) на базе ВЭУ и систем аккумуляции сжатого воздуха, а также конструктивно-технических требований к ним явились:

1. ВЭП в большинстве рассмотренных пунктов (Диксон, пос. Тикси, Певек, мыс Шмидта, Анадырь) достаточен по международным критериям для эффективного промышленного освоения. Среднегодовые скорости и удельные мощности ветра в районе ряда портов Северного морского пути составляют от 7 до 9 м/с и от 550 до 900 Вт/м², соответственно, а годовое число часов работы с номинальной мощностью наиболее совершенных в настоящее время ВЭУ при этом может достигать 3000–3600.

2. Для разработки заполярных ИГАЭС требуется создание специализированных под северные ветроклиматические и геофизические условия (низкие температуры, высокая турбулентность, вечная мерзлота и пр.) отсутствующих в настоящее время ветроэлектрических установок и технологий работы с ними.

3. Функции вероятности распределения ветра по скоростям, установленные в работе статистическим анализом временных рядов многолетних метеорологических и аэрологических четырёх и восьми срочных сетевых измерений и краткосрочных данных ветровой разведки с 10-минутным разрешением, позволили с высокой достоверностью установить длительность интервалов с достаточной мощностью ветра, а также периодов безветрия и слабого ВЭП (менее потребляемой мощности ИГАЭС с длительностью, варьирующейся вдоль побережья морей Северного Ледовитого и Тихого океанов и в разные сезоны от 36 до 72 ч).

В плане разработки физических принципов, принципиальных схем ИГАЭС и определение технических параметров её элементов и требований к ним проведены следующие работы по разработке принципиальной схемы ИГАЭС на базе ВЭУ и систем аккумуляции, подачи и преобразования энергоносителя — сжатого воздуха и получены следующие результаты:



Точно. Надежно. Просто.

testo 310:

Анализ дымовых газов - это просто.

- Докризисная цена! Базовый комплект 34 900 руб.
- Ресурс батареи до 10 часов
- Интегрированные меню для измерения: дымовых газов, тяги, уровня CO и давления

1. На основе анализа графиков потребления электроэнергии и тепла промышленными и жилыми объектами российского Заполярья установлены критерии оценки энергетической эффективности и требования к техническим и энергетическим характеристикам источников гарантированного энергоснабжения в целом и их принципиальным составляющим.

2. Разработаны идеологическая основа, физические принципы и принципиальная схема функционирования ИГАЭС на базе ВЭУ и пневматического преобразования энергии ветра в электроэнергию и тепло и поэлементный её состав (табл. 1).

3. Определены основные физико-технические и энергетические параметры основных компонент (технические характеристики и мощности ветроэнергетической установки, необходимые объёмы системы аккумулирования, технических параметров пневмодвигателя и электрогенератора) прототипа ИГАЭС.

4. Выполнен информационный поиск аналогов отдельных элементов, составляющих основу ИГАЭС (ВЭУ, воздушных компрессоров различного типа, газгольдеров высокого давления, регулирующей давление аппаратуры, пневмодвигателей поршневого и турбинного типа, электрических генераторов, систем преобразования и контроля качества электроэнергии и пр.), и проведён анализ их энергетических характеристик и оценки возможных потерь в каждом из них и их совокупности в целом [4–6].

На основе проведённого информационного анализа было установлено:

1. Разработанные аналоги предлагаемой схемы ИГАЭС отсутствуют. Аналоги составляющих основу ИГАЭС отдельных элементов (ВЭУ, компрессоров, газгольдеров и редукторов высокого давления,



Посёлок Тикси в зимнее время года

пневмодвигателей, электрогенераторов и пр.) разработаны и производятся, разнообразно и широко (по типоразмерам, конструкции, энергетической эффективности и ценам) представлены на рынке, и могут быть использованы для разра-

Для разработки заполярных ИГАЭС требуется создание отсутствующих в настоящее время ВЭУ, специализированных под схему ИГАЭС (высокий развиваемый момент и избыточная мощность), допускающих возможность строительства и обладающих высокой технической готовностью, эксплуатационными и ремонтными характеристиками в условиях российского Заполярья

ботки прообраза ИГАЭС. Возможные варианты их типоразмеров, состава и компоновки в прообразе ИГАЭС многочисленны и допускают большие возможности для энергетической и экономической оптимизации.

2. Для разработки заполярных ИГАЭС требуется создание отсутствующих в настоящее время ВЭУ, специализированных под схему ИГАЭС (высокий развиваемый момент и избыточная по сравнению с потребляемой мощностью), допускающих возможность строительства и обладающих высокой технической готовностью, эксплуатационными и ремонтными характеристиками в условиях российского Заполярья (низкие температуры, высокая удельная импульсная порывистость ветра, вечная мерзлота и пр.).

3. Мощность ветроэлектрической установки и системы аккумулирования, подачи и преобразования энергоносителя для ИГАЭС (сжатого воздуха) должны обеспечивать гарантированную выработку электроэнергии и, по возможности, тепла по заданному графику нагрузки в течении всего года, в том числе в периоды безветрия и слабого (менее требуемой потребителю мощности) ВЭП с длительностью, варьирующейся для разных пунктов от 36 до 60 часов.

4. Проведённые термодинамические оценки показывают, что потенциальная энергия 1 м³ воздуха, сжатого до давления 100 атм (промышленная технология производства и хранения которого освоена), составляет около 107 Дж (2,8 кВт·ч), а освоенные технологии его преобразования в электроэнергию с КПД порядка 0,7 позволяют получить до 2 кВт·ч.

Принципиальная схема ИГАЭС

табл. 1

№	Элемент энергокомплекса	Функциональное назначение
1	Ветроэнергетическая силовая установка	Обеспечивает работу компрессорной системы высокого давления большой производительности
2	Компрессорная система высокого давления (до 5–10 Па) большой (до сотен м ³ в минуту) производительности сжатого воздуха	Обеспечивает наполнение большого (достаточного для энергообеспечения на случай возможных двух- или трёхсуточных ветроэнергетических штелей) ресивера сжатым воздухом под высоким давлением (до 10 Па)
3	Система пневматического отвода и распределения тепла	Обеспечивает пневмопередачу тепла системе обогрева энергокомплекса, на осушитель воздуха, пневмотурбину и потребителю
4	Осушитель воздуха	Обеспечивает осушение воздуха
5	Ресивер-аккумулятор сжатого воздуха	Содержит сжатый воздух под большим и переменным давлением
6	Дроссельный регулятор	Обеспечивает подачу воздуха на пневмодвигатель с заданным давлением порядка 0,6–1,0 Па
7	Пневмодвигатель: вихревая турбина высокой эффективности с системой отвода холода потребителю	Обеспечивает вращение вала электрогенератора с постоянной скоростью и отвод холодного воздуха потребителю
8	Высокоэффективный электрический генератор	Работает с постоянными или переменными оборотами и обеспечивает гарантированную выработку и подачу электроэнергии потребителю



Slim EF

энергонезависимые газовые напольные котлы с чугунным теплообменником

61
кВт



чугунный
теплообменник



комнатный
термостат



независимость
от электропитания

- Мощность 22, 31, 39, 49 и 61 кВт;
- Чугунный секционный теплообменник;
- Розжиг от запальной горелки из нержавеющей стали;
- Контроль пламени при помощи термопары;
- Защитный термостат от перегрева воды;
- Возможность работы с естественной циркуляцией теплоносителя.



Сделано
в Италии

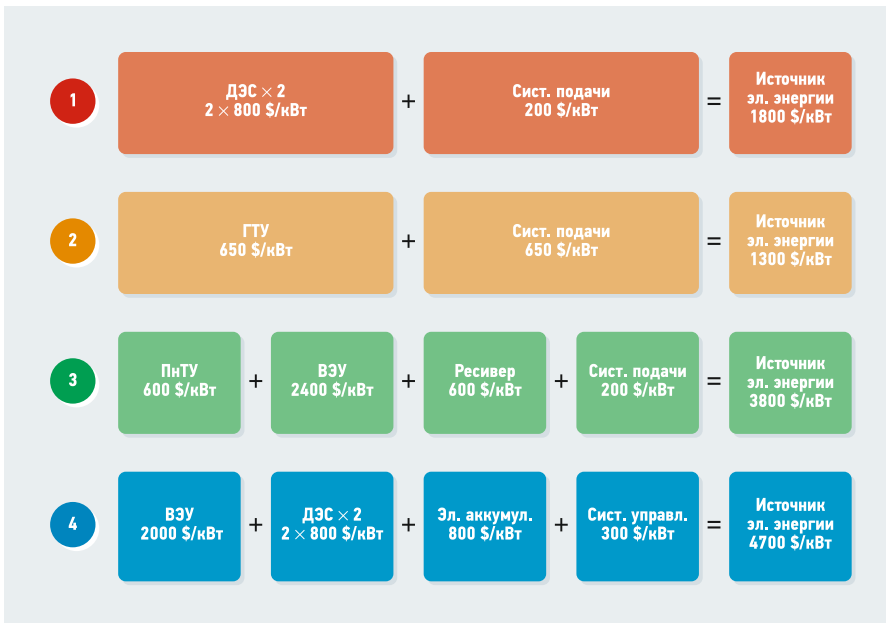


Рис. 3. Оценка капитальных затрат возможных способов энергоснабжения (1 — ДЭС; 2 — ГТУ; 3 — ИГАЭС; 4 — ВДЭК)

Как показывают оценки, для ИГАЭС гарантированной мощности 100 кВт объём сжатого до 100 атм воздуха, запасённого на случай 48-часового (двухсуточного) безветрия, составит 2400 м³.

5. Современные компрессорные установки высокого давления, наиболее перспективными из которых для ИГАЭС могут оказаться винтовые, имеют КПД порядка 0,7. Соответственно, минимальная средняя мощность, передаваемая от ВЭУ на вал двигателя компрессора ИГАЭС с гарантированной мощностью 100 кВт, и обеспечивающая покрытие графика нагрузки, должна составлять около 200–220 кВт, а с учётом вероятности длительных затиший и энергетической эффективности ветроэлектрической установки двигатель компрессора должен быть обеспечен примерно полторакратным запасом мощности, или порядка 300–330 кВт.

6. С учётом предыдущих оценок, установленная мощность ВЭУ в составе ИГАЭС, работающая в качестве механического привода компрессорной установки, для гарантированного покрытия графика нагрузки мощностью 100 кВт должна составлять 900–1000 кВт.

Оценки экономических показателей разработанной схемы ИГАЭС и их сравнения с альтернативными способами энергоснабжения проведены с учётом экономических показателей современных ветроэнергетических технологий [7] на примере посёлка Тикси — одного из основных портов Северного морского пути и перевалочного пункта авиационных сообщения центра РФ с российским

Сибирским и Дальневосточным Заполярем (рис. 3).

Согласно проведённым оценкам экономических показателей разработанной схемы ИГАЭС и их сравнения с альтернативными способами энергоснабжения, удельные (на 1 кВт установленной мощности) капитальные затраты ИГАЭС

В данной НИР получены результаты, подтверждающие перспективность предложенной принципиальной схемы ИГАЭС на базе ВЭС и систем пневматического аккумулирования и преобразования энергии, ввиду этого целесообразно продолжить научно-техническую и конструкторскую разработку схемы ИГАЭС и её экономическому обоснованию

на базе ВЭУ с механическим приводом и пневматической аккумуляцией и преобразованием энергии может оказаться примерно на 20–25 % ниже, чем у наиболее часто рассматриваемых ветродизельных комплексов с электрическими аккумуляторами. Удельные капитальные затраты на ИГАЭС предлагаемой авторами схемы окажутся в два-три раза выше, чем у ВДЭК и ГТУ без систем аккумулирования энергии, однако с учётом топливной составляющей последних (от 10 руб. за 1 кВт·ч и выше) во многих пунктах российского Севера и Дальнего Востока себестоимость электроэнер-

гии ИГАЭС может оказаться в полтора-два раза ниже таковой у ДЭС.

Ввиду полученных в данной НИР результатов, подтверждающих перспективность предложенной принципиальной схемы ИГАЭС на базе ВЭС и систем пневматического аккумулирования и преобразования энергии, представляется целесообразным продолжить научно-техническую и конструкторскую разработку схемы ИГАЭС и её экономическому обоснованию. Для технического подтверждения возможности и практической реализуемости теоретически полученных научно-технических принципов и результатов предлагается разработать экспериментальный образец ИГАЭС электрической мощности 8–10 кВт.

Разработанные в данной НИР результаты обосновывают и подтверждают техническую и экономическую целесообразность создания безтопливного энергоисточника нового типа на базе ВЭУ и систем пневматического аккумулирования и преобразования энергии.

Практическая значимость разработанной и предлагаемой технологии обусловлена следующими возможностями:

- экономии (до 100%) дизельного топлива и кардинального сокращения объёмов «северного завоза»;
- снижения тарифов на электроэнергию и тепло в изолированных районах Российской Федерации;
- использования российской технологической и производственной базы для серийного выпуска разработанного энергетического комплекса и организация новых высокотехнологичных рабочих мест;
- решения проблемы энергетической безопасности РФ за счёт автономности энергоснабжения на неисчерпаемом ресурсе (воздухе) и импортозамещения дизельных станций;
- решения экологических проблем северных и дальневосточных регионов Российской Федерации. ●

1. Николаев В.Г., Ганага С.В., Кудряшов Ю.И. Национальный кадастр ветроэнергетических ресурсов РФ и методические основы их определения. — М.: Атмограф, 2008.
2. Николаев В.Г. Ресурсное и технико-экономическое обоснование широкомасштабного развития и использования ветроэнергетики в России. — М.: Атмограф, 2011.
3. Николаев В.Г., Ганага С.В. и др. Перспективы развития мировой и отечественной ветроэнергетики. — М.: НТФ «Энергопрогресс», прил. к журналу «Энергетик», №8–10/2012.
4. Шефтер Я.И. Ветроэнергетические агрегаты. — М.: Машиностроение, 1972.
5. Левин В.И. Профессии сжатого воздуха и вакуума. — М.: Машиностроение, 1989.
6. European Wind Farm Project Cost. History and Projection. 2008. Garrad Hassan — Enova. 2009.
7. Wind Energy — The Facts. A Guide to the Technology, Economics and Future of Wind Power. European Wind Energy Association (EWEA). Earthscan. London. 2009.



КОМПАНИЯ «ПУРМО», МИРОВОЙ ЛИДЕР СЕГМЕНТА*, С ОПОРОЙ НА ПОЛУВЕКОВОЙ ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ПЕРЕДОВЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ РЕКОМЕНДУЕТ ПРИ ПОДБОРЕ И МОНТАЖЕ РАДИАТОРОВ ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ НА 6 ПРОСТЫХ ТЕЗИСОВ:

1 ЭЛЕМЕНТ ДИЗАЙНА ПОМЕЩЕНИЯ

Продумывая стиль и планировку будущего интерьера, не отдавайте вопрос подбора радиаторов и полотенцесушителей на откуп третьей стороне. Ознакомьтесь с полным ассортиментом, дизайнерскими версиями и представленной цветовой гаммой продукции «Пурмо» — и, скорее всего, увиденное натолкнет вас на свежие и очень смелые решения.

3 ЭКОНОМИЯ СРЕДСТВ

Применение автоматической регулировки подачи теплоносителя в радиатор (термостатического элемента и головки) позволяет экономить до 40 % энергоресурсов, что определяет срок окупаемости указанного комплекта: 1–2 сезона. Если это вызывает у вас интерес, обратите внимание на специальную серию V в линейке продукции «Пурмо» и фирменные комплектующие к ней.

5 БОЛЬШИЕ ТЕПЛОПOTЕРИ – МАЛЫЕ РАДИАТОРЫ

Большое панорамное окно — это свет, ощущение легкости и чувство свободы! Не позволяйте никому забирать это у вас. Высоким и громоздким батареям не место перед витражом: они способны свести на нет саму суть такого остекления, испортив вид как изнутри, так и снаружи. Компания «Пурмо» понимает это как никто другой и готова поделиться с вами своими разработками в данной сфере. Борьбу с повышенными тепловыми потерями в помещениях с панорамой предлагаем доверить нашим канальным конвекторам, сверхнизким трубчатым или плинтусным панельным радиаторам.

2 НАДЕЖНАЯ ТЕПЛОВАЯ ЗАВЕСА

Радиатор должен перекрывать оконный проем на 70–90 % его длины. Более 2500 типоразмеров радиаторов от «Пурмо» позволяют подобрать практически неограниченный по длине прибор малой толщины, что гарантированно обеспечит стабильный восходящий поток теплого воздуха и эстетичный внешний вид композиции.

4 ПЕРЕПЛАТИЛ И НЕДОПОЛУЧИЛ

Не следует прятать радиаторы в короба и закрывать кожухами, т. к. любая физическая преграда на пути теплопередачи в воздушной среде ее прерывает. Как результат, до 80 % тепловой мощности радиатора (лучевой и конвективной) поглощается недешевыми внешними конструкциями. А что же остается вам? Если вам надоели стандартные и скучные батареи и появилось желание их спрятать, не спешите, ознакомьтесь с коллекцией дизайнерских решений от «Пурмо» и взгляните на отопительный прибор по-новому!

6 ВЗГЛЯНИТЕ ПОД ДРУГИМ УГЛОМ

Листая каталог «Пурмо», присмотритесь к уникальным вертикальным моделям радиаторов: неужели в вашем интерьере не найдется место для утонченного или подчеркнуто брутального, но всегда теплого и эстетичного 2-метрового красавца? Входная группа, колонны, любые узкие участки стен в жилых или ванных комнатах — все это идеальные места для установки мощных радиаторов вертикальной линейки «Пурмо».

* На основе данных анализа рынков отопительного оборудования за 2012–2014 годы, проведенного авторитетным агентством BRG BUILDING SOLUTIONS (Великобритания).

Посетите наш сайт www.purmo.ru, скачайте приложение **PURMO “Smartbox”** на свой мобильный или загляните в один из десятков магазинов инженерии вашего города — какой бы путь вы ни выбрали, дорога неизменно приведет вас в мир уникальных и элегантных решений в сфере отопления от «Пурмо». В мир, наполненный теплом и уютом, где вам больше не придется думать о том, как скрыть радиатор или сделать его менее заметным!



PURMO “Smartbox” для iOS



PURMO “Smartbox” для Android



ОТОПЛЕНИЕ

Haier: комфорт в доме при любой погоде за окном

«Главней всего погода в доме...» поётся в популярной песне. Но при использовании для домашнего водоснабжения газового котла важно учитывать и погоду за окном — тогда в помещении будут созданы максимально комфортные условия, а энергозатраты можно будет свести к необходимому минимуму.



Обеспечить комфорт и экономию энергии помогает погодозависимая автоматика — комплекс программных и аппаратных средств корректировки режима работы прибора в соответствии с колебаниями температуры наружного воздуха. Современные средства автоматизации позволяют также запрограммировать работу котла по желанию пользователя — например, с учётом графика пребывания людей в помещении в течение дня и по дням недели. В самом деле — зачем тратить энергию на обогрев комнат, если в них никого нет?

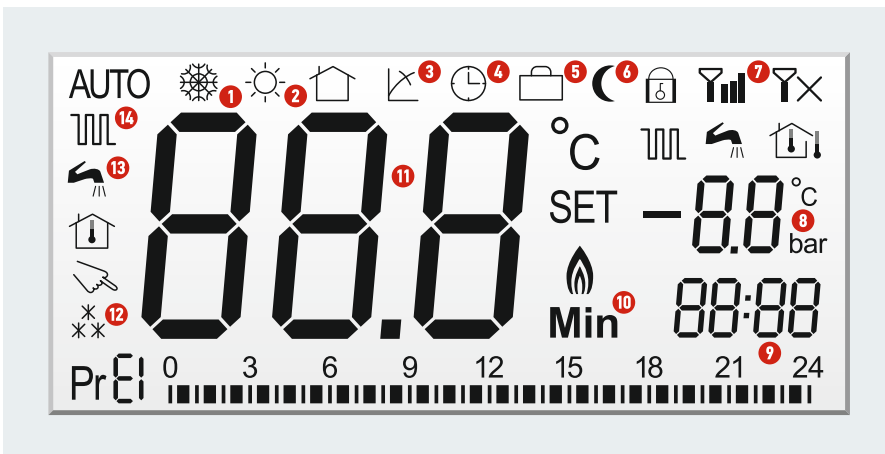
Подсчитано, что снижение температуры всего на 2°C в течение пяти часов за день (на время отсутствия людей) приводит к экономии как минимум 10% потребляемого газа. А при длительном отсутствии людей есть смысл запрограммировать котёл так, чтобы в доме поддерживалась минимальная необходимая температура (10–12°C).

Все эти возможности реализованы в моделях, которые предлагает российскому потребителю в 2015 году компания Haier.

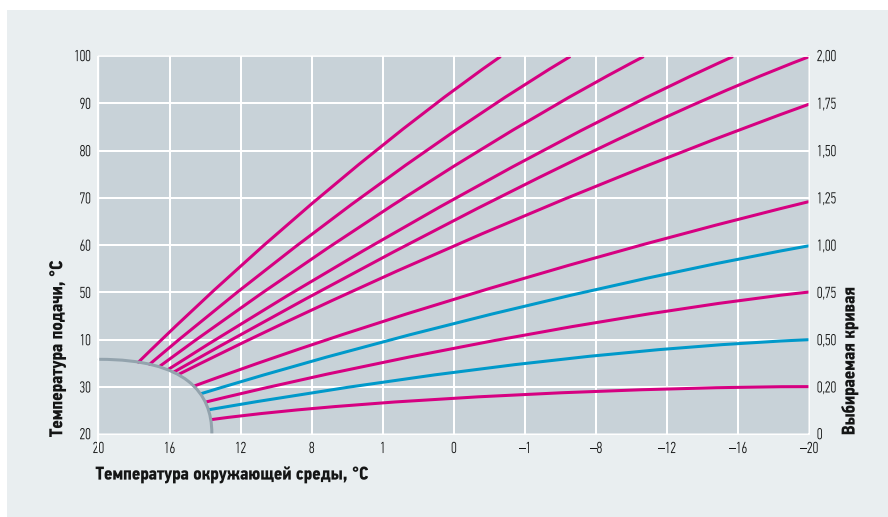
Haier: водонагреватели для всего мира

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

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



⦿ Панель управления настенного газового котла Haier (1 — режим «Зима»; 2 — режим «Лето»; 3 — автоматическая работа согласно внешней температуре; 4 — еженедельная программа; 5 — режим «Отпуск»; 6 — автоматическая работа согласно температуре в помещении; 7 — беспроводной термостат; 8 — заданное значение; 9 — время; 10 — мощность; 11 — значение температуры; 12 — защита от замерзания; 13 — ГВС; 14 — отопление)



●● Кривые настроек уличного датчика температуры — адаптивность отопительной системы к внешним условиям обеспечивает повышенный комфорт для пользователя и экономию газа

С 2012 года работает центр перспективных разработок в Лионе (Франция). В Китае компания имеет два завода по выпуску электрических водонагревателей, завод газовых проточных водонагревателей и котлов, завод тепловых солнечных панелей. Строится завод по выпуску водонагревателей с встроенным тепловым насосом. Имея столь мощный производственный потенциал, в 2013 году Haier стал крупнейшим в мире производителем электрических водонагревателей с общемировой долей рынка 17%. Водонагревателями Haier сегодня пользуются 50 млн человек во всём мире.

Основными преимуществами теплового оборудования Haier являются высокая насыщенность электронными компонентами (причём полный функционал имеется даже в «младших» моделях продуктовой линейки), более доступная цена по сравнению с европейскими брендами и более высокое качество по сравнению с азиатскими, а также хорошая сервисная и информационная поддержка продукции на российском рынке. Компания непрерывно расширяет свою сервисную сеть, обеспечивая каждый новый авторизованный сервисный центр необходимым для немедленного начала работы стартовым набором запасных частей и проводя обучение специалистов.

Программируем тепло в доме

В конструкции многих газовых котлов Haier (например, в моделях L1P20-F21 (T), L1P26-21 (T) и L1P26-F21 (T)) предусмотрена возможность учёта комнатной температуры и температуры наружного воздуха, а также суточного и недельного программирования работы прибора. Главным инструментом для выполнения этих операций является цифровой дисплей, рядом с которым располагаются кнопки «+» и «-», «Вверх» и «Вниз», а также поворотный регулятор. Кнопки

служат для навигации по меню настроек и задания необходимых параметров, а в функции регулятора входят включение и выключение прибора, вход в режим недельного программирования, вход в режим работы с учётом комнатной температуры или температуры наружного воздуха, а также подтверждение/сохранение настроек.

В электронную плату прибора плату «защита» заводская настройка на автоматическое включение системы отопления (предустановленную температуру +35°C при желании можно скорректировать вручную в пределах от +30 до +60°C). А установив температуру нагрева меньше +30°C, вы переводите котёл в летний режим работы (на дисплее есть символы, отображающие его состояние — «Зима» и «Лето»). В летнем режиме работает только система горячего водоснабжения (ГВС), в зимнем — система отопления и горячего водоснабжения, но при этом приоритет отдаётся ГВС.

Для управления газовым котлом Haier с ЖК-дисплеем может использоваться как проводной, так и беспроводной комнатный термостат. Это простое и надёжное устройство отключает котёл при достижении нужной температуры в помещении и вновь включает его при уменьшении температуры. Кроме того, котёл имеет собственный встроенный датчик комнатной температуры. Есть возможность откорректировать с панели управления разницу между данными датчика на котле и данными датчика в комнате в диапазоне $\pm 3^\circ\text{C}$. Кстати, в современных системах отопления нет необходимости ставить отдельный термостат в каждую комнату: обычно дом разбивается на зоны отопления и используется от трёх до пяти термостатов. Применение комнатного термостата позволяет сэкономить 10–15% потребляемого газа за счёт более точного поддержания температуры

в помещении и уменьшения количества включений-выключений котла.

Чтобы учесть погодные условия на улице, в газовых котлах Haier используется контроллер погодозависимой автоматики и датчик температуры наружного воздуха, который устанавливается под карнизом или с наружной стороны окна, вдали от попадания прямых солнечных лучей, от трубопроводов, дымохода, выходного отверстия горячего воздуха из систем кондиционирования — словом, от любых искусственных источников тепла.

Система погодозависимой автоматики управляет температурой теплоносителя на уровне котла. Например, если температура наружного воздуха +5°C, то нет необходимости греть контур отопления до +70°C, чтобы поддерживать в помещении +20°C, вполне достаточно температуры теплоносителя +40°C. В электронную память контроллера заложено несколько графиков работы котла в зависимости от уличной температуры. Адаптируясь к текущим погодным условиям, котёл сам регулирует температуру подачи в систему отопления по установленной регулировочной кривой: такой учёт фактической наружной температуры позволяет существенно сократить потребление газа.

Экономии топлива служат и такие функции газовых котлов Haier, как автоматическое выключение в течение 60 минут при продолжительной работе в режиме ГВС (при необходимости её можно деактивировать с панели управления) и задержка времени на автоматическое включение в режиме отопления. В плату «защита» заводская программа с временем задержки три минуты (при желании оно может быть изменено пользователем в интервале от одной до четырёх минут). Также предусмотрена настройка разницы температуры возврата для режима отопления — предустановленное заводское значение +15°C, которое можно регулировать в диапазоне от +5 до +30°C.

Компания Haier значительно расширила ассортимент газового теплового оборудования для российского рынка: если в 2013 году линейка насчитывала две модели газовых котлов, то в 2015-м предлагаются уже 11 моделей данных агрегатов, а также бойлеры косвенного нагрева и проточные газовые водонагреватели. Все эти устройства, предназначенные для отопления и горячего водоснабжения в квартирах, коттеджах и небольших производственных помещениях, отличаются надёжностью, безопасностью, а также экономичностью. ●

www.haier.com/ru

Подготовка специалистов по использованию ТН в комбинированных схемах тепло- и холодоснабжения зданий*

В РГСУ создан специализированный класс с разработанной комбинированной схемой тепло- и холодоснабжения здания — специально для изучения режимов работы ТНУ. В состав установки входит не только геотермальный тепловой насос, но и гелиоустановка, конденсационные и традиционные отопительные водогрейные котлы, аккумуляторы тепла, системы низкотемпературного отопления и другое оборудование.

Автор: С.А. ТИХОМИРОВ, заведующий кафедрой теплогазоснабжения Ростовского государственного строительного университета (РГСУ)

* По материалам Второй отраслевой конференции по тепловым насосам «Тепловые насосы: популяризация, стимулирование, кадры» (организаторы: РСПП и журнал С.О.К.). Полную видеозапись мероприятия см. на интернет-ресурсе www.s-o-k.ru в разделе «Видео/СОК TV».

Как известно, экономически обосновать применение теплонасосного оборудования для нужд тепло- и холодоснабжения зданий можно только в тех случаях, когда на объекте отсутствуют привычные виды топлива, типа природного газа, для обогрева в отопительный период используются электродкотлы, а о кондиционировании воздуха заказчик даже не позволяет себе мечтать, боясь дополнительных расходов. Если добавить к этому стремление экономить на каждом этапе строительства, в том числе на эффективной тепловой защите зданий, в лучшем случае приводя её к нормативному уровню, а возросшие затраты по эксплуатации здания просто перекладывать на будущих собственников, картина только ухудшается. Кроме того, не стоит сбрасывать со счетов традиционную «нелюбовь» проектировщиков к низкотемпературным системам отопления, наиболее эффективным при использовании тепловых насосов. Всё это может практически «поставить крест» на широком внедрении ТНУ при массовом строительстве.

Ростовская область обладает всеми перечисленными недостатками для популяризации теплонасосных технологий. В первую очередь, это широкий охват газоснабжением территории, начало строи-

В большинстве областей нашей страны развитие использования тепловых насосов возможно преимущественно в комбинированных схемах, где присутствуют и тепловые насосы, и традиционные газовые котлы, и солнечные коллекторы для поддержки системы отопления и горячего водоснабжения

тельства в 2015 году 16 новых межпоселковых газопроводов с потенциальным подключением более 8000 новых потребителей. Для активного развития газоснабжения планируется реконструкция восьми малоомощных газораспределительных станций, в том числе в Шахтах, Гуково, Новошахтинске и станции Старочеркасской.

Очевидно, что в условиях Ростовской области развитие использования тепловых насосов возможно преимущественно в комбинированных схемах, где присутствуют и тепловые насосы, и традиционные газовые котлы, и солнечные коллекторы для поддержки системы отопления и горячего водоснабжения. В этой связи для подготовки специалистов в Ростовском государственном строительном



⦿ Фото 1. Внешний вид «потребителя» тепловой энергии



● ● Фото 2. Гелиоустановка, тепловой насос и аккумулятор тепла



● ● Фото 3. Конденсационные и традиционные отопительные котлы

университете созданы весьма благоприятные условия. Во-первых, это кадровый потенциал, команда единомышленников, более чем 50-летний опыт выпуска специалистов в области теплогазоснабжения и вентиляции. Во-вторых, специализированная лабораторная база. Силами специалистов кафедры теплогазоснабжения и компании «Вайлант Групп Рус» создан специализированный класс с разработанной специально для изучения режимов работы ТНУ в комбинированной схеме тепло- и холодоснабжения здания. В состав установки входит не только геотермальный тепловой насос, но и гелиоустановка, конденсационные и традиционные отопительные водогрейные котлы, аккумуляторы тепла, системы низкотемпературного отопления и пр.

Экспериментальная установка позволяет оценить влияние различных факторов на все характеристики, на решение комплексной задачи их оптимизации и обеспечения наибольшей термодинамической эффективности цикла теплонасосных установок, анализ условий их применения, а также совершенствование методик расчёта и экспериментального исследования реальных установок. Комбинированная схема тепло- и холодоснабжения позволяет проводить экспериментальные исследования по моделированию использования низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоёв земли в геотермальных теплонасосных системах, эксперименты по моделированию теплового режима зданий, давать оценку компоновочных, технических и технологических решений рациональной интеграции геотермальных теплонасосных систем в комбинированные схемы тепло- и холодоснабжения зданий и т.д. Ключевым аспектом является изучение влияния экономических факторов на сроки окупаемости принятых инженерных решений.

На стенде обрабатываются основные режимы эффективного сжигания топлива, в том числе с использованием теплоты конденсации водяных паров. Моделируются климатические условия и изучается эффективность использования гелиоустановок для нужд горячего водоснабжения зданий. Также исследуется эффективность использования теплового насоса в комбинированной схеме тепло- и холодоснабжения при заданной тепловой нагрузке. Достоверность данных обеспечивает комплекс измерительной аппаратуры, внесённой в реестр средств измерений.

Внешний вид экспериментальной установки представлен на фото 1–3.



•• Фото 4. Ректор РГСУ В. С. Вагин с профессорами, студентами и специалистами «Академии Vaillant» в новом классе-лаборатории

В процессе обучения последовательно рассматриваются следующие схемы включения оборудования:

1. **Принципиальная схема традиционной системы отопления с включением котла** (используется котёл, расширительный бак буферного накопителя, буферный накопитель, насосная группа, биметаллический радиатор, бак с проточной водой).
2. **Принципиальная схема водяного панельно-лучистого отопления** (тёплый пол) с включением котла (используется котёл, расширительный бак буферного накопителя, буферный накопитель, насосная группа, элемент тёплого пола).
3. **Принципиальная схема водяного панельно-лучистого отопления** (тёплый пол) с включением гелиосистемы (используется солнечный коллектор, расширительный бак гелиосистемы, водонагреватель бивалентный, расширительный бак буферного накопителя, буферный накопитель, насосная группа, элемент тёплого пола).
4. **Принципиальная схема водяного панельно-лучистого отопления** (тёплый пол) с включением гелиосистемы и теплового насоса (используется солнечный коллектор, расширительный бак гелиосистемы, водонагреватель бивалентный, тепловой насос вида «рассол-вода», расширительный бак буферного накопителя, буферный накопитель, насосная группа, элемент тёплого пола).

5. **Принципиальная схема воздушного отопления с включением котла** (используется котёл, расширительный бак буферного накопителя, буферный накопитель, насосная группа, элемент воздушного отопления).
6. **Принципиальная схема воздушного отопления с включением гелиосистемы** (используется солнечный коллектор, расширительный бак гелиосистемы, водонагреватель бивалентный, расширительный бак буферного накопителя, буферный накопитель, насосная группа, элемент воздушного отопления).

Для успешной подготовки бакалавров и магистров, переподготовки и повышения квалификации специалистов разработан комплекс лабораторных работ по изучению устройства и принципа работы двухконтурного водогрейного отопительного котла, конденсационного водогрейного отопительного котла, одноконтурного конденсационного водогрейного отопительного котла с бойлером системы горячего водоснабжения, гелиосистемы для приготовления горячей воды, грунтового теплового насоса, системы управления отоплением

7. **Принципиальная схема воздушного отопления с включением гелиоустановки и теплового насоса** (используется солнечный коллектор, расширительный бак гелиосистемы, водонагреватель бивалентный, тепловой насос вида «рассол-вода», расширительный бак буферного накопителя, буферный накопитель, насосная группа, элемент воздушного отопления).

Для успешной подготовки бакалавров и магистров, переподготовки и повышения квалификации специалистов разработан комплекс лабораторных работ по изучению устройства и принципа работы двухконтурного водогрейного отопительного котла, конденсационного водогрейного отопительного котла, одноконтурного конденсационного водогрейного котла с бойлером ГВС, гелиосистемы для приготовления горячей воды, грунтового теплового насоса, системы управления отоплением. Кроме того, студенты проводят исследование эффективности работы всех типов перечисленного оборудования. Исследование на лабораторном стенде термодинамической эффективности цикла теплонасосной установки, а также существующих методов её повышения позволяет проводить разработку, совершенствование и применение методологического аппарата для расчётов годового энергопотребления, нестационарных температур и тепловых потоков в грунте в зоне прокладки теплообменников и т.д. ●

Энергоэффективность систем обеспечения параметров микроклимата

Мы продолжаем публикацию серии статей, посвящённых энергоэффективности систем обеспечения параметров микроклимата. На этот раз авторы предлагают вниманию читателей полный тепловой и гидравлический расчет водоструйных элеваторов.

Автор: В.И. БОДРОВ, д.т.н., профессор;
М.В. БОДРОВ, д.т.н., доцент, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ)

Струйные насосы, к которым относятся водоструйные элеваторы, устанавливаемые в системах водяного отопления, являются единственными видами нагнетателей, размеры и характеристики которых рассчитываются аналитически для конкретных условий эксплуатации в любых гидравлических сетях.

Водоструйные элеваторы устанавливаются в зависимых системах отопления для понижения температуры перегретой воды в наружном подающем теплопроводе до допустимой в системе отопления здания. Одновременно они передают часть давления, создаваемого центральным насосом на тепловой станции, в систему отопления для поддержания циркуляции воды.

Таким образом, водоструйный элеватор в системе отопления выполняет две функции, заменяя смесительный и циркуляционный насосы. Рекомендуемые области применения водоструйных элеваторов в современных системах отопления возможно прогнозировать, зная их характеристики эксплуатации, конструктивные особенности и аналитические методы полного теплового и гидравлического расчёта и подбора.

Расчёт водоструйного элеватора базируется на теории смешения потоков профессора П.Н. Каменева. Ниже приведён конкретный пример полного теплового и гидравлического расчёта водоструйного элеватора для системы отопления, изложенный в монографии [1]. Нами проведена корректировка некоторых теплофизических и гидравлических размерностей для соответствия системе единиц СИ, устаревших терминов, а также сокращена часть балансовых доказательств, не относящихся непосредственно к проектированию водоструйных элеваторов для систем отопления.

Струйные насосы, к которым относятся водоструйные элеваторы, устанавливаемые в системах водяного отопления, являются единственными видами нагнетателей, размеры и характеристики которых рассчитываются аналитически для конкретных условий эксплуатации в любых гидросетях

Расчётная схема водоструйного элеватора показана на рис. 1.

Исходные данные для расчёта: теплопотери здания (расчётная мощность системы отопления) $q_{зд} = 728000$ Вт; температура воды в подающей магистрали системы отопления $t_r = 95^\circ\text{C}$; температура воды в обратной магистрали системы отопления $t_o = 70^\circ\text{C}$; температура перегретой воды в наружной тепловой сети, поступающей из насадки, $t_1 = 130^\circ\text{C}$; плотность воды $\rho_1 = 935$ кг/м³ при 130°C , $\rho_o = 977,81$ кг/м³ при 70°C , $\rho_r = 961,9$ кг/м³ при 95°C ; потери давления в системе отопления $\Delta p_c = 10000$ Па (согласно данным гидравлического расчёта системы отопления).

Определить размеры водоструйного элеватора с высоким коэффициентом полезного действия.

Решение. Объёмный расход воды, проходящей через горловину элеватора 4 при температуре воды $t_r = 95^\circ\text{C}$:

$$q_r = \frac{q_{зд}}{(t_r - t_o) \rho_r c_b} = \frac{728000}{(95 - 70) \times 961,9 \times 1,163} = 25,99 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,007219 \text{ м}^3/\text{с},$$

где $c_b = 1,163$ Вт·ч/(кг·°C) — удельная теплоёмкость воды.

Массовый расход этой воды:

$$G_r = q_r \rho_r = 0,007219 \times 961,9 = 6,944 \text{ кг/с}.$$

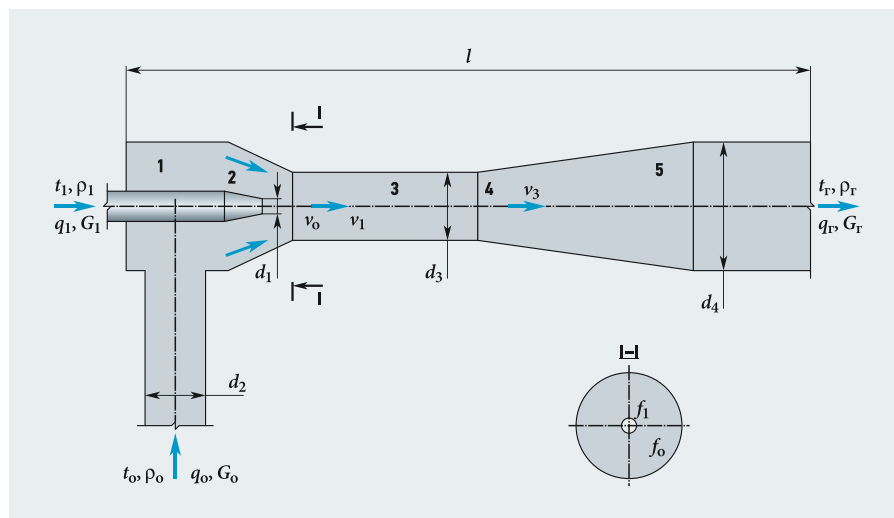
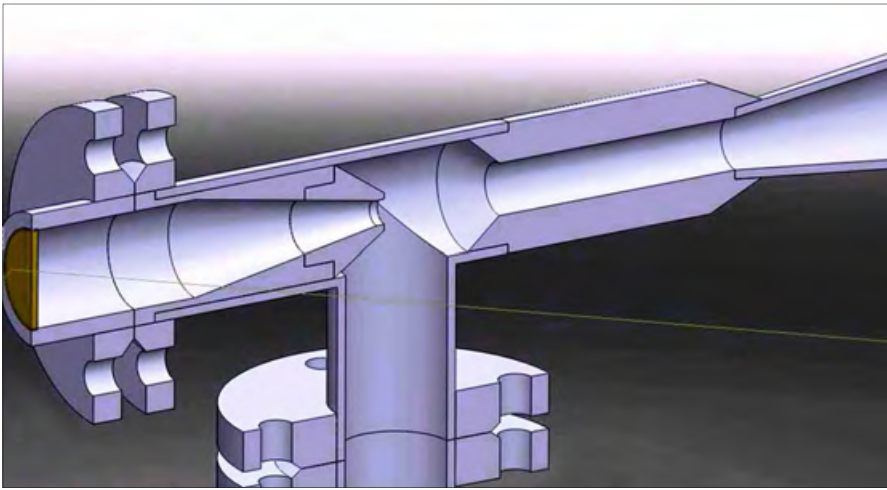


Рис. 1. Расчётная схема водоструйного элеватора (1 — приёмная камера; 2 — насадка; 3 — смесительная камера; 4 — горловина; 5 — диффузор)



Массовый расход перегретой воды, нагнетаемой из насадки 2:

$$G_1 = \frac{q_{зд}}{(t_1 - t_0)c_v} = \frac{728\,000}{(130 - 70) \times 1,163} = 10\,417 \text{ кг/ч} = 2,894 \text{ кг/с.}$$

Объёмный расход перегретой воды при температуре $t_1 = 130^\circ\text{C}$:

$$q_1 = \frac{G_1}{\rho_1} = \frac{2,894}{935} = 0,003095 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Массовый расход воды, подсосываемый элеватором из обратной магистрали системы отопления:

$$G_0 = G_T - G_1 = 6,944 - 2,894 = 4,05 \text{ кг/с.}$$

Объёмный расход её при температуре в обратной магистрали системы отопления $t_0 = 70^\circ\text{C}$:

$$q_0 = \frac{G_0}{\rho_0} = \frac{4,05}{977,81} = 0,004142 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Коэффициент смешения в водоструйном элеваторе (коэффициент подмешивания) u составляет:

$$u = \frac{G_0}{G_1} = \frac{4,05}{2,894} = 1,4.$$

Этот же коэффициент можно получить из теплового баланса элеватора: $1t_1 + ut_0 = (1 + u)t_T$ или $1 \times 130 + u \times 70 = (1 + u) \times 95$, откуда $u = 1,4$.

Примечание: при температуре перегретой воды в наружной тепловой сети $t_1 = 150^\circ\text{C}$ имеем баланс

$$1 \times 150 + u \times 70 = (1 + u) \times 95,$$

то есть в этом случае $u = 2,2$.

Во избежание засорения элеватора принимается сравнительно большая величина расстояния от насадки 2 до начала смесительной камеры 3. В таком случае можно принять условный коэффициент полезного действия диффузора $\eta_{д.у} = 0,65$ и $\xi_0 = 0$.

Здесь $\eta_{д.у} = 1 - \sum \xi_3$, где $\sum \xi_3 = 0,35$ — коэффициент местного сопротивления смесительной камеры 3 и диффузора 5; ξ_0 — коэффициент местного сопротивления при входе подсосываемого потока из обратной магистрали системы отопления в смесительную камеру.

Зная значение коэффициента смешения u , при $\eta_{д.у} = 0,35$, примем по табл. 1 наивыгоднейшее отношение скорости подсосываемого потока в кольцевом пространстве в начале камеры смешения площадью f_0 и скорости в горловине $n_{выг} = 0,5045$.

Величины наивыгоднейших отношений скоростей $n_{выг}$ при иных исходных значениях u и $\eta_{д.у}$ приведены в монографии П. Н. Каменева (в данной теории обозначения наивыгоднейшей скорости смешения потоков и отношения наивыгоднейших скоростей смешения в подстрочечном написании приняты как $v_{выг}$ и $n_{выг}$ соответственно).

Определим осреднённую скорость смешивающихся потоков в начале смесительной камеры:

$$v_3' = \sqrt{\frac{2\Delta p_c(1 + \sum \xi_3)}{\rho_T - (1 + \xi_0)\rho_0(1 + \sum \xi_3)n_{выг}^2}};$$

$$v_3 = \sqrt{\frac{2 \times 10\,000 \times (1 + 0,35)}{961,9 - (1 + 0) \times 977,81 \times \frac{1}{(1 + 0,35) \times 0,5045^2}}} = 6,51 \text{ м/с.}$$

Скорость воды в горловине элеватора 4 определяется как:

$$v_3 = \frac{v_3'}{1 + \sum \xi_3} = \frac{6,51}{1 + 0,35} = 4,822 \text{ м/с.}$$

Рекомендуемые области применения водоструйных элеваторов в современных системах отопления возможно прогнозировать, зная их характеристики эксплуатации, конструктивные особенности и аналитические методы полного теплового и гидравлического расчёта и подбора

Наивыгоднейшая скорость подмешиваемого потока в начале камеры:

$$v_{о.выг} = n_{выг} v_3'' = 0,5045 \times 6,51 = 3,284 \text{ м/с.}$$

Проверим основные правила работы водоструйного элеватора с высоким коэффициентом полезного действия.

Повышение давления в смесительной камере 3:

$$\Delta p_K = v_3(v_3' - v_3)\rho_T = 4,822 \times (6,51 - 4,822) \times 961,9 = 7970 \text{ Па.}$$

Повышение давления в диффузоре 5:

$$\Delta p_d = \frac{(1 - \sum \xi_3)\rho_T v_3'^2}{2} = \frac{(1 - 0,35) \times 961,9 \times 4,822^2}{2} = 7422 \text{ Па.}$$

Динамическое давление подсосываемого потока в начале смесительной камеры (не потери):

$$\Delta p_{д.о} = \frac{\rho_0 v_{о.выг}^2}{2} = \frac{977,81 \times 3,284^2}{2} = 5372 \text{ Па.}$$

Основное уравнение для определения полного давления, развиваемого водоструйным элеватором:

$$\sum \Delta p = \Delta p_c = v_3(v_3' - v_3)\rho_T + \frac{\eta_{д.у}\rho_T v_3'^2}{2} - \frac{(1 + \xi_3)\rho_0 v_{о.выг}^2}{2}$$

или же $10\,000 = 7970 + 7422 - 5372$, то есть $10\,000 \text{ Па} \approx 10\,020 \text{ Па}$.



Рассчётные значения $n_{\text{выг}}$

табл. 1

u	0,5	0,75	1,0	1,4	1,8	2,0	2,2	2,5
$n_{\text{выг}}$	0,3781	0,4309	0,4663	0,5045	0,5307	0,5409	0,5555	0,5615

Эlevator чугунный конструкции Госсантехстроя (размеры в мм)

табл. 2

№ элеватора	d_2 , из системы отопления	d_3 , смесительная камера	d_4 , в систему отопления	l , общая длина элеватора
6	94,5	47,0	80,0	720

В изложенном в монографии примере приводятся расчёты балансов развиваемого водоструйным элеватором давления при смешении рабочего и подмешиваемого потоков и при перемещении по системе отопления всего объёма циркуляционной воды. Даны зависимости общих потерь энергии при смешении потоков, полезной работы элеватора. Упомянутые результаты расчётов в данной статье не приводятся, так как не относятся непосредственно к проектированию и выбору размеров водоструйного элеватора. Однако показанные в первоисточнике совпадения балансов давлений и энергии подтверждают правильность и практическую значимость разработанной профессором П.Н. Каменевым методики полного теплового и гидравлического расчёта водоструйных аппаратов.

Необходимая скорость в выходном сечении насадки равна:

$$v_1 = [1 + u - n_{\text{выг}} u \cos(\alpha_0)] v_3' = (1 + 1,4 - 0,5045 \times 1,4 \times 1,0) \times 6,51 = 11,02 \text{ м/с.}$$

Предварительно считаем угол между векторами скоростей v_1 и $v_{\text{выг}}$ в начале смесительной камеры $\alpha_0 = 0^\circ$.

Давление, затрачиваемое в выходном сечении насадки 2 (без потерь в самой насадке), равно динамическому давлению в выходном сечении насадки минус динамическое давление подмешиваемого потока в начале смесительной камеры:

$$p_{\text{н}} = \frac{v_1^2 \rho_1}{2} - \Delta p_{\text{л.о}} = \frac{11,02^2 \times 935}{2} - 5372 = 52465 \text{ Па.}$$

Определим основные размеры элеватора. Площадь выходного сечения насадки вычисляется как:

$$f_1 = \frac{q_1}{v_1} = \frac{0,003095}{11,02} = 0,000281 \text{ м}^2.$$

Площадь кольцевого сечения для подсосываемого потока в начале смесительной камеры:

$$f_0 = \frac{q_0}{v_{\text{выг}}} = \frac{0,004142}{3,284} = 0,00126 \text{ м}^2.$$

Общая площадь сечения в начале смесительной камеры:

$$f_{3\text{н}} = f_1 + f_0 = 2,81 + 12,6 = 15,41 \text{ см}^2,$$

откуда диаметр в начале смесительной камеры равен $d_{3\text{н}} = 4,43 \text{ см} = 44,3 \text{ мм}$.

Площадь сечения конца смесительной камеры (горловины 4):

$$f_{3\text{к}} = \frac{q_{\text{г}}}{v_3} = \frac{0,007219}{4,822} = 0,001496 \text{ м}^2.$$

Диаметр горловины смесительной камеры $d_{3\text{к}} = 4,37 \text{ см} = 43,7 \text{ мм}$.

Принимаем:

$$d_3 = \frac{d_{3\text{н}} + d_{3\text{к}}}{2} = \frac{43,7 + 44,3}{2} = 44,0 \text{ мм.}$$

Водоструйный элеватор Госсантехстроя №6 (табл. 2) имеет рабочий диаметр смесительной камеры $d_{3\text{р}} = 47,0 \text{ мм}$. Если принять этот элеватор, то при заданном расходе $q_{\text{г}} = 0,007219 \text{ м}^3/\text{с}$ имеем скорость в его смесительной камере:

$$v_{3\text{р}} = v_3 \left(\frac{d_3}{d_{3\text{р}}} \right)^3 = 4,822 \times \left(\frac{44}{47} \right)^3 = 4,22 < 4,822 \text{ м/с.}$$

Оставляя в качестве приближения ту же площадь выходного сечения насадки $f_1 = 2,81 \text{ см}^2$, получим площадь для подсосываемого потока в начале смесительной камеры:

$$f_0 = f_3 - f_1 = \frac{\pi d_{3\text{р}}^2}{4} - f_1 = \frac{3,14 \times 4,7^2}{2} - 2,81 = 14,53 \text{ см}^2.$$

Скорость подсосываемого потока в начале смесительной камеры:

$$v_0 = \frac{q_0}{f_0} = \frac{0,004142 \times 10^4}{14,53} = 2,85 \text{ м/с.}$$

При этом полное давление, создаваемое элеватором, определяется при замене скорости воды в смесительной камере и подсосываемого потока на действительные в выбранном размере элеватора. В связи с отличием действительной скорости подсосываемого потока v_0 от наи-

В изложенном в монографии примере приводятся расчёты балансов развиваемого водоструйным элеватором давления при смешении рабочего и подмешиваемого потоков и при перемещении по системе отопления всего объёма циркуляционной воды. Даны зависимости общих потерь энергии при смешении потоков, полезной работы элеватора

выгоднейшей $v_{\text{о выг}}$ коэффициент местного сопротивления при входе подсосываемого потока в смесительную камеру принимаем равным $\xi_0 = 0,1$.

Из основного уравнения для определения полного давления, развиваемого реально выбранным элеватором, определим наиболее выгодную скорость смешения потоков в нём:

$$\Delta p_c = v_{3\text{р}} (v_{3\text{р}}' - v_{3\text{р}}) \rho_{\text{г}} + \frac{\eta_{\text{л.у}} v_{3\text{р}}^2 \rho_{\text{г}}}{2} - \frac{(1 + \xi_0) v_0^2 \rho_0}{2} \text{ или}$$

$$10\,000 = 4,22 \times (v_{3\text{р}}' - 4,22) \times 961,9 + 0,65 \times \frac{4,22^2}{2} \times 961,9 - (1 + 0,1) \times \frac{2,85^2}{2} \times 977,81 \text{ Па,}$$

откуда $v_{3\text{р}}' = 6,292 \text{ м/с}$.

Скорость в выходном сечении насадки 2 получим из равенства:

$$v_1 + u v_0 = (1 + u) v_{3\text{р}}';$$

$$v_1 = (1 + u) v_{3\text{р}}' - u v_0 = (1 + 1,4) \times 6,292 - 1,4 \times 2,85 = 11,1 > 11,02 \text{ м/с.}$$

Площадь выходного сечения насадки:

$$f_1 = \frac{q_1}{v_1} = \frac{0,003095}{11,1} = 0,0002785 \text{ м}^2,$$

откуда $d_1 = 18,8 \text{ мм}$.

Уточнённая величина давления, затрачиваемого в выходном сечении насадки:

$$p_{\text{н}} = \frac{v_1^2 \rho_1}{2} - \frac{v_0^2 \rho_0}{2} = \frac{11,1^2 \times 935,0}{2} - \frac{2,85^2 \times 977,81}{2} = 54\,650 \text{ Па} > 52\,467 \text{ Па.}$$

Принимая коэффициент местного сопротивления насадки $\xi_1 = 0,06$, получим необходимое минимальное давление в наружной тепловой сети перед водоструйным элеватором:

$$p_{\text{т.с}} = (1 + \xi_1) p_{\text{н}} = (1 + 0,06) \times 54\,650 = 57\,900 \text{ Па.}$$

Заключение

Приведённый пример аналитического расчёта и подбора водоструйного элеватора для систем водяного отопления позволяет: выявить расходные и гидравлические характеристики режимов эксплуатации элеватора в зависимости от исходных температурных параметров теплоснабжения и горячей воды в системе отопления; рассчитать конкретные размеры элеватора с высоким коэффициентом полезного действия; определить минимальное избыточное давление в наружной тепловой сети для устойчивой тепловой и гидравлической работы системы отопления при реально принятом k установке водоструйном элеваторе. ●

1. Каменев П.Н. Гидроэлеваторы в строительстве. — М.: Стройиздат, 1970.

завышенным, и, наоборот, измеренное значение будет заниженным при противоположном направлении вращения крыльчатки к закрученному воздуху.

Запатентованный выпрямитель потока testovent 417 изменяет характеристики потока на вихревых диффузорах и даёт возможность преобразовать турбулентный поток в практически ламинарный. То есть снижается влияние вихря на вращение крыльчатки, что позволяет быстро и легко измерить объёмный расход с высокой точностью при помощи профессионального измерительного прибора testo 480. Выпрямитель потока testovent 417 устанавливается между измерительной воронкой и зондом-крыльчаткой. На его внутренней поверхности предусмотрена специальная ячеистая структура, которая прерывает турбулентное движение потока воздуха и преобразует его в равномерный направленный поток. Таким образом, точность результатов измерений объёмного расхода на вихревых диффузорах повышается приблизительно на 50%.

Выпрямитель потока testovent 417, используемый вместе с testo 480, одновременно обеспечивает эффективную настройку системы вентиляции, что позволяет сократить расходы энергии и денежных средств, и даёт возможность с большей надёжностью контролировать ключевые с точки зрения оптимизации уровня комфорта параметры.

Последней новинкой линейки стала воронка для измерения объёмного расхода воздуха testo 420 (электронный балометр). Электронный балометр testo 420 — это лёгкий, точный и удобный в использовании измерительный прибор для прямого измерения объёмного расхода воздуха на крупных приточных и вытяжных вентиляционных решётках. При весе менее 2,9 кг testo 420 является самой лёгкой воронкой для измерения объёмного расхода воздуха на рынке. Благодаря максимальной точности прибор задаёт новые стандарты измерения. Встроенный выпрямитель потока позволяет существенно снизить погрешность, обычно возникающую при измерениях на вихревых диффузорах. Съёмная конструкция измерительного прибора позволяет проводить измерения в воздуховодах с помощью трубки Пито (трубка Пито доступна в качестве дополнительной принадлежности). Таким образом, можно быстро и точно провести отладку систем вентиляции и кондиционирования, например, в промышленных и офисных зданиях, а также в чистых помещениях.

При регулировке объёмного расхода воздуха на крупных приточных и вытяжных вентиляционных решётках в системах ОВКВ с помощью электронного балометра testo 420 пользователи могут соблюдать нормы гигиены и требования к качеству воздуха в помещении с минимальными усилиями и максимальной эффективностью.

Помимо небольшого веса и встроенного выпрямителя потока, прибор оснащён эргономичными ручками и поворотным дисплеем с большим углом наклона. Для удобства считывания данных измерений дисплей может быть наклонен или снят. Отверстия для каркасных стержней в форме воронки обеспечивают быструю сборку конструкции, а чехол на колёсах, входящий в комплект поставки, — лёгкую транспортировку.

Интегрированный модуль Bluetooth и специальное приложение позволяет подключать к прибору мобильные устройства (такие как смартфон или планшет) и использовать их в качестве второго экрана и для дистанционного управления прибором, что особенно удобно при измерениях на высоте с использованием штатива. ●



**SUPER
RESOLUTION**
4x
MORE PIXELS

**Super Resolution
теперь бесплатно!**

**Для тех,
кому важен результат**

**testo 870:
для специалистов систем отопления.**

- Детектор 160 x 120 пикселей
- Интуитивное управление
- Лучшая цена в своем классе
- Технология SuperResolution (320 x 240 пикселей) в комплекте поставки

На правах рекламы.

Принято допущение о том, что в нагретой струе загрязняющие вещества содержатся в количествах, которые не влияют на развитие струи. В связи с этим в математическую модель нет необходимости включать дифференциальные уравнения, описывающие перенос загрязняющих веществ. На этом основании в расчётах численные значения физических параметров приняты как для чистого воздуха.

С целью учёта турбулентного характера движения воздуха использована *k-ε*-модель турбулентности [7].

Радиационный теплообмен в данной задаче не рассматривается по причине диатермичности (прозрачности) воздуха с малой степенью загрязнения газовыми и механическими примесями.

В данной публикации приводятся результаты исследования установившегося поля скоростей и температур восходящей конвективной струи, формируемой над протяжённой нагретой плитой. На поверхностях ограждений и зонта приняты адиабатические условия. В качестве граничных условий для горячей плиты задано условие прилипания (для уравнений движения) и фиксированная температура поверхности (граничное условие первого рода для уравнения переноса теплоты).

Принято решение исключить из анализа поддерживающую конструкцию, на которой размещается плита, поскольку она не оказывает существенного влияния на формирование нагретой струи.

Исследуемые процессы являются трёхмерными, однако при большой протяжённости плиты влияние концевых участков на процессы переноса в средней части плиты пренебрежимо мало и поэтому изучение закономерностей формирования полей температуры и скорости можно осуществить в плоской системе координат. Например, в технологии производства плит МДФ/ХДФ на ОАО «Витебскдрев» при ширине движущейся по конвейеру плиты 2,6 м длина составляет 30 м. Другие факторы, требующие провести исследование в трёхмерной системе координат, отсутствуют. Были проведены тестовые расчёты для задачи в двухмерной и трёхмерной постановке. Результаты согласуются с достаточной степенью точности.

При движении плиты по конвейеру выделяется формальдегид, аммиак, пары парафина и др. В публикации

представляются результаты расчётов исследуемых полей для средней части плиты, то есть рассматривается сечение плиты и зонта, перпендикулярное направлению перемещения плиты на конвейере. Вытяжные патрубки зонта в двумерной задаче представлены эквивалентной по площади щелью, вытянутой вдоль конвейера. Переход от круглых локальных вытяжных патрубков к щели выполнен с сохранением расхода воздуха, удаляемого зонтом. Расчёты в 3D-постановке задачи показали правомочность такого подхода.

Основные геометрические характеристики задачи взяты применительно к реальному объекту. Высота цеха составляет 11 м. Ширина в сечении расчётной области — 18 м. Расстояние от стены, расположенной слева, до плоскости симметрии конвейера, плиты и зонта равняется 7 м. Ширина плиты МДФ — 2,6 м, толщина — 0,04 м (максимальная из номенклатурного ряда). Верхняя грань плиты находится на высоте 1,1 м от пола. Ширина зонта равняется 2,68 м. Расстояние по вертикали от низа зонта до его вытяжной щели — 1,68 м. Зазор между зонтом и плитой составляет 0,72 м.

Начальная температура внутренней воздушной среды и температура приточного воздуха заданы на уровне +19°C, температура поверхности плиты в начале конвейера +140°C.

Результаты расчётов

На рис. 1 представлены результаты расчётов для случая симметричного подвода приточного воздуха, компенсирующего его удаление зонтом, и отсутствия других факторов, определяющих асимметрию воздушных потоков. Плоскость симметрии задачи перпендикулярна плоскости изображения и показана тонкой линией. Здесь и далее на рисунках приведён фрагмент расчётной области, представляющий интерес для изучения. Отображены поперечное сечение зонта с вытяжным отверстием и начальным участком вытяжного канала, плита МДФ и поверхность пола. Расчётное поле температуры представлено изотермами с указанием значения температуры. Поле скорости изображено в виде векторов, длина которых определяется абсолютным значением скорости в данной точке. Видно, что для оговорённых условий конструкция зонта обеспечивает эффективное удаление выделяющихся вредностей.

ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ



РЕШЕТКИ И ДИФфуЗОРЫ



РЕГУЛЯТОРЫ РАСХОДА ВОЗДУХА



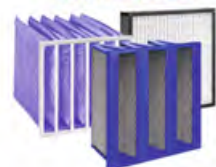
ВОЗДУШНО-ВОДЯНЫЕ СИСТЕМЫ



ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ КЛАПАНЫ



ФИЛЬТРЫ



ВЕНТИЛЯТОРЫ



На правах рекламы.

**ПОЛНЫЙ КОМПЛЕКС РЕШЕНИЙ
ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИИ И
КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
ВОЗДУХА**

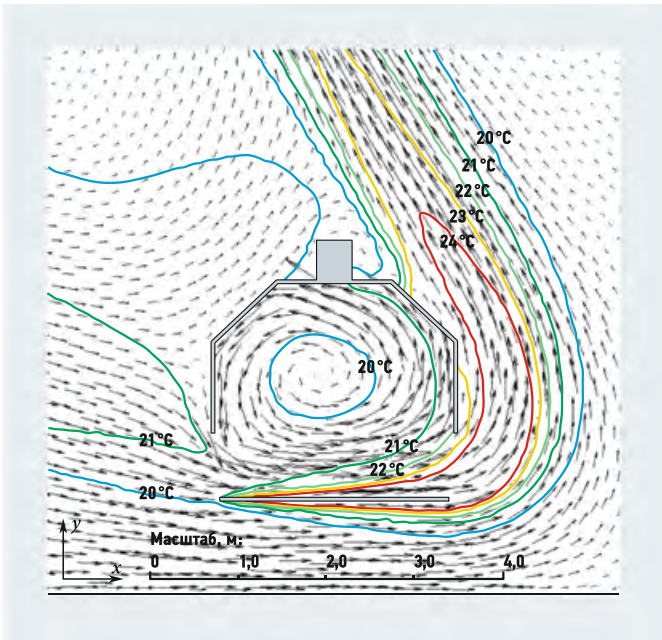


Рис. 2. Поля температуры и скорости при наличии бокового потока воздуха

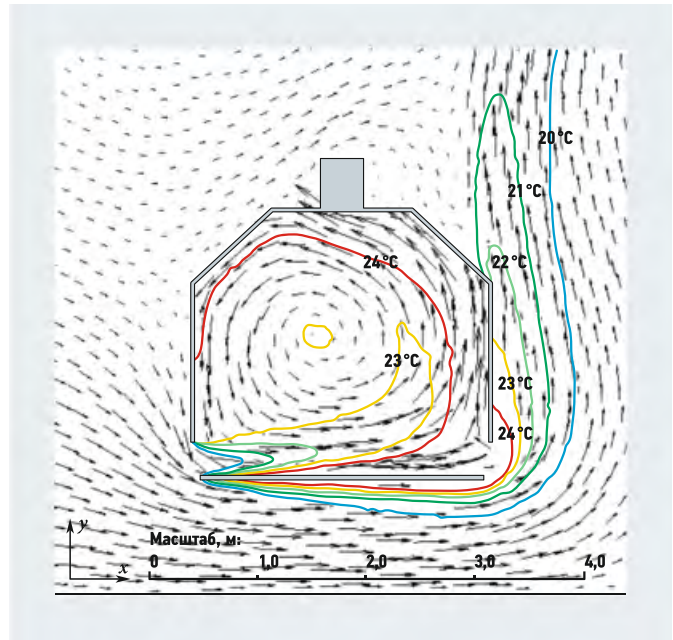


Рис. 3. Поля температуры и скорости при наличии бокового потока воздуха (удлиняющие свесы с обеих сторон зонта)

При раздаче компенсирующего вытяжку приточного воздуха только с одной стороны зонта происходит снос тепловой струи за пределы зонта (рис. 2). В данном случае в пространстве цеха образуется вихрь, формируемый вышедшей за пределы зонта конвективной струей. Поэтому в левой части изображения можно наблюдать частичный возврат нагретого воздуха (см. изотермы для 20°C и 21°C), прошедшего вместе с указанным вихрем путь вверх к покрытию цеха, затем к левой стене и обратно к зонту.

□ удлинение со стороны, противоположной расположению воздухораспределителей (рис. 5).

Видно, что ни один из вариантов с применением удлиненных свесов не позволяет исключить уход нагретого загрязнённого воздуха в пространство цеха.

Сравнение эффекта от применения различных вариантов удлинения свесов показывает, что наибольший эффект снижения утечек даёт свес, расположенный со стороны набегающего потока воздуха (рис. 4). Результаты, представ-

ленные на рис. 3 и 4, близки по количеству нагретого загрязнённого воздуха, уходящего за пределы зонта.

Вариант со свесом, размещённым справа (рис. 5), незначительно отличается от исходного варианта без использования свесов (рис. 2). В пространстве цеха формируется циркуляция, характеризующаяся возникновением вихря, закрученного против часовой стрелки и возвращающего в разбавленном состоянии нагретый и загрязнённый воздух к вытяжной системе (рис. 5, изотерма 20°C слева).

Здесь и в последующих расчётах вытяжная щель в верхней части зонта удаляет заданное количество воздуха, неизменное по сравнению с первым расчётом

Отметим, что здесь и в последующих расчётах вытяжная щель в верхней части зонта удаляет заданное количество воздуха, неизменное по сравнению с первым расчётом. Более детально представить поле скоростей в вытяжной щели в масштабе всего изображения в данном исследовании нецелесообразно.

Для локализации тепловой струи и эффективного удаления выделяющихся вредностей рассмотрены варианты удлинения боковых свесов зонта:

- удлинение с обеих сторон с изменением просвета от 0,72 до 0,3 м (результаты расчётов представлены на рис. 3);
- удлинение только со стороны раздачи приточного воздуха (рис. 4);

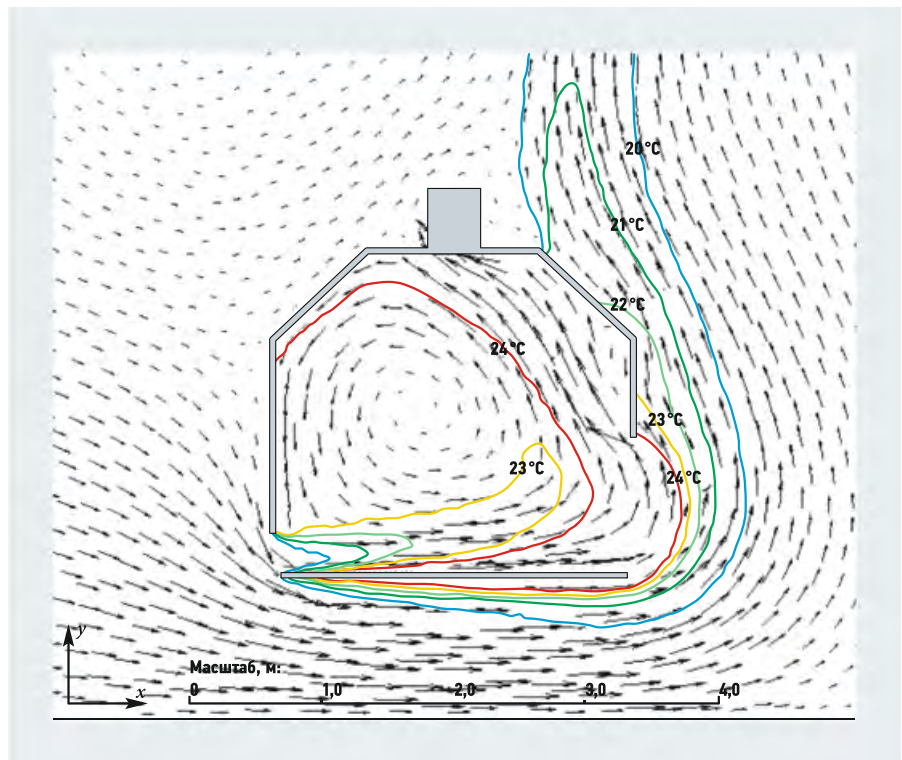
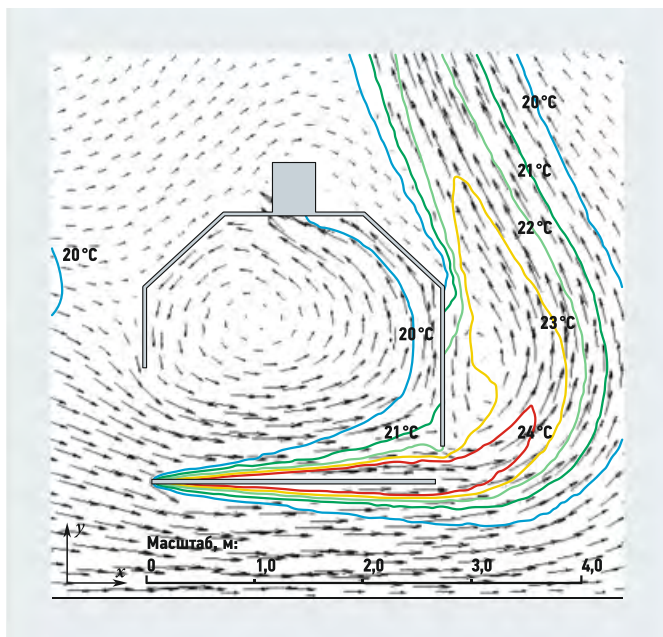
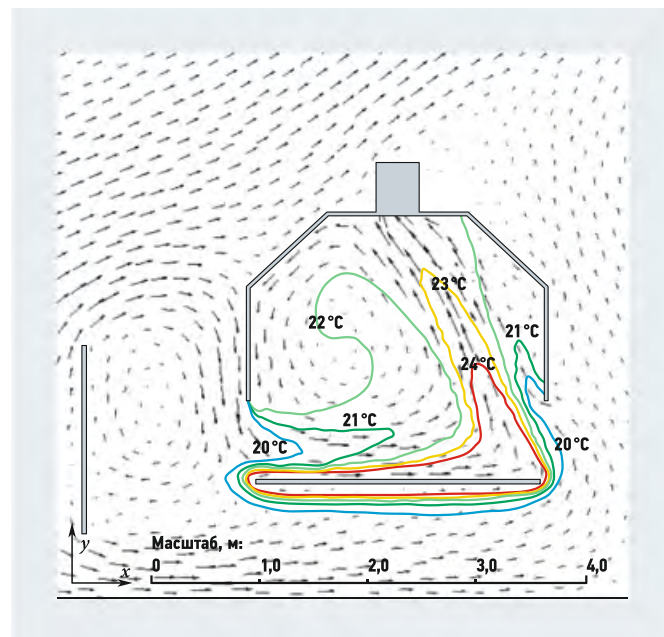


Рис. 4. Поля температуры и скорости при наличии бокового потока воздуха (удлиняющий свес — слева, со стороны бокового потока)



●● Рис. 5. Поля температуры и скорости при наличии бокового потока воздуха (удлиняющий свес — справа)



●● Рис. 6. Поля температуры и скорости при наличии бокового потока воздуха и экрана

Удлинение свеса, размещённого со стороны раздачи приточного воздуха, до отметки конвейера позволило бы достигнуть полного исключения выхода нагретого загрязнённого воздуха в пространство цеха. Однако это затруднило бы визуальный контроль состояния плиты и конвейера и недопустимо по технологическим требованиям. Удлиненные свесы, к тому же, усложняют выполнение периодических работ по обслуживанию оборудования конвейера.

На рис. 6 представлен результат расчёта с экраном, установленным со стороны набегающего потока симметрично относительно зазора между зонтом и плитой. Экран выступает вверх и вниз относительно указанного зазора на 0,5 м.

Поля температуры и скорости показывают, что утечка нагретого загрязнённого воздуха в пространство цеха практически отсутствует.

В ходе работы также исследованы два варианта с экранами, отличающимися от представленного на рис. 6 отметкой низа экрана (отметка верха экрана остаётся неизменной). В одном случае экран устанавливается непосредственно на пол, в другом — с зазором 0,3 м между низом экрана и поверхностью пола.

В обоих случаях при обтекании экрана потоком формируется циркуляция воздуха, которая приводит к частичному выходу нагретых газов за пределы зонта со стороны экрана.

Выход конвективной струи за пределы зонта в этом случае значительно меньше по величине, в сравнении с использованием различных представленных вариантов удлиненных свесов.

Причина возникновения утечки в расчётах с другими размерами экранов, на наш взгляд, заключается в большем различии параметров движения воздушной среды в верхней и нижней части пространства между экраном и зонтом с плитой, чем в случае симметричного расположения экрана относительно зазора между зонтом и плитой (рис. 6). Экран следует располагать с обеих сторон от конвейера. Поскольку направление бокового потока может изменяться при перемене наружных метеорологических условий, открывании дверей, изменении режима работы приточных и вытяжных установок, обслуживающих цех.

Полученные результаты использованы при разработке рекомендаций по устройству системы вентиляции для производственного предприятия ОАО «Витебскдрев»

Полученные результаты использованы при разработке рекомендаций по устройству системы вентиляции для ОАО «Витебскдрев».

Заключение

Традиционные методики проектирования не учитывают влияние способа распределения приточного воздуха и другие причины появления боковых потоков на формирование конвективных струй над источниками теплоты и работу местной вытяжной вентиляции.

Результаты исследования показали, что формирование конвективной струи

над горячей горизонтальной поверхностью сопровождается образованием шейки, что не учитывается общепринятыми методиками определения размеров вытяжного зонта. Значение угла раскрытия зонта, близкое к 60°, не гарантирует равномерное всасывание по всей плоскости входного отверстия.

Применение компьютерного моделирования на основе системного анализа процессов переноса позволяет с минимальными затратами времени и средств адекватно оценить последствия физических процессов и найти оптимальное решение задач по обеспечению эффективной работы вентиляции в зданиях различного назначения. ●

1. Pinelli M., Suman A. A numerical method for the efficient design of free opening hoods in industrial and domestic applications // Energy. 2014. Vol. 74.
2. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция: Учеб. пособ. для специальности «Теплогоснабжение и вентиляция». Ч. 2: Вентиляция. — М.: Высшая школа, 1984.
3. Батурич В.В. Основы промышленной вентиляции: Изд. 4-е. — М.: Профиздат, 1990.
4. Внутренние санитарно-технические устройства: Справ. проект. Ч. 3: Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. Изд. 4-е, Кн. 1. — М.: Стройиздат, 1990–1992..
5. Внутренние санитарно-технические устройства: Справ. проект. Ч. 3: Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. Изд. 4-е, Кн. 2. — М.: Стройиздат, 1990–1992.
6. Захаревич А.Э. Формирование параметров микроклимата в отапливаемых помещениях в условиях естественной конвекции: Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. по спец. 05.23.03. — Минск: БНТУ, 2012.
7. Ferziger J.H. Computational Methods for Fluid Dynamics / J.H. Ferziger, M. Peric. — 3rd rev. ed. — Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Hong Kong, London, Milan, Paris, Tokyo: Springer, 2002.
8. Дячек П.И., Захаревич А.Э., Грачёв И.Ю. Развитие струи над нагретой горизонтальной поверхностью // Известия ВУЗов и энергетических объединений СНГ: Энергетика, №6/2014. — Минск: БНТУ.



Энерго- эффективность должна стать нормируемой*

Когда мы произносим слово «энергоэффективность», мы всегда должны подразумевать наличие «точки отсчёта». При её отсутствии утверждение, что тот или иной объект энергоэффективен, бессмысленно. То есть для измерения энергоэффективности остро необходимо иметь критерии оценки.

Сегодня стоимость инженерных систем практически любого здания составляет 45–50% (а иногда и более) от его стоимости. При этом авторы проектов по-настоящему не знают оборудования, которое применяется в инженерных системах, включая вентиляционное, насосное, электрическое. Поясним: Росстандарт выдаёт документы, которые максимум, что подтверждают, так это электрическую безопасность применения той или иной техники. То есть параметры оборудования, заявленные производителем, в том числе по энергопотреблению и по энергоэффективности, независимого документального подтверждения не имеют.

Вместе с тем, во всём мире давно уже существует негосударственная система оценки техники, претендующей на «звание» энергоэффективной. Стоит обратить внимание на то, что и это негосударственные структуры (за рубежом понимают, что такую работу нельзя поручать государству, а только профессиональному сообществу). Верификацию проводят независимые лаборатории, которые, соответственно, и присваивают различному оборудованию классы энергоэффективности, подтверждая пара-

метры заявленные производителем. Это позволяет проектировщику в дальнейшем не допускать ошибок при проектировании объектов.

Теперь обратимся к отечественным реалиям. Сегодня наш проектировщик обращается к каталогу (причём, чаще всего, китайского производителя!), из которого он берет показатели энергопотребления, мощности и прочие параметры оборудования, и строит проект, основываясь именно на этих данных. Такой подход приводит к закономерному результату — мы получаем на выходе плохой проект. А если ход его воплоще-

Сегодня проектировщик чаще всего обращается к китайскому каталогу, из которого он берёт показатели энергопотребления, мощности и прочие параметры оборудования, и строит проект, основываясь именно на этих данных. Такой подход приводит к закономерному результату — мы получаем на выходе плохой проект

Автор: А.В. БУСАХИН, председатель Совета НП СРО «Союз монтажников инженерных систем зданий и сооружений»

* По материалам Первого Всероссийского форума «Энергоэффективная Россия» (организаторы: НОЗ, НОСТРОЙ, НОПРИЗ; журнал С.О.К. — информационный партнёр). Подробнее о мероприятии см. журнал С.О.К. №7/2015, стр. 76, или на сайте www.c-o-k.ru.



ния ещё и усугубляется некачественным монтажом, то итогом становится здание, которое категорически нельзя назвать энергоэффективным. И дальше говорить о том, чтобы пытаться каким-то образом его классифицировать, не имеет никакого смысла. Одним словом, отсутствие в нашей стране системы верификации или, иными словами, объективной системы определения энергоэффективности оборудования, которое применяется во всех инженерных системах — первейшая и очень серьёзная проблема. Не сделав этот первый шаг — шаг к созданию совершенной системы верификации — мы не имеем права говорить о возможности классификации всего здания в целом, ведь не классифицированы его отдельные элементы.

Существует ещё один параметр, об оценке которого стоит сказать. Но для начала приведём примеры из области определения энергоэффективности, где мы добились успеха. Сегодня широко используются методики просчёта энергосбережения в секторе освещения. Мы научились считать экономию на лампах, но это простая задача уровня студента третьего курса профильного вуза. Дальше мы серьёзно не продвинулись и рассуждаем, в основном, только о тепловой защите зданий. Однако представляется, что данная тема уже также практически исчерпана. Можно, конечно, говорить об увеличении толщины стен до полутора метров, но это уже неэффективно. В ближайшее время появления «сверхсовременных» технологий вряд ли стоит ожидать чего-то подобного. В лучшем случае это могут быть новые конструкции, которые просто снизят себестоимость самой стены. То есть о теплозащите здания мы уже знаем практически всё.

Обратить внимание сегодня нужно на другое. По какой-то причине вообще не производятся расчёты в сфере вентиляции. Вместе с тем, в жилом секторе затраты тепла в процессе вентиляции составляют порядка 50% от затрат на отопление. В случае общественных зданий эта величина вырастает до 100% и более, а в промышленном сегменте этот показатель может превысить 200–300%. Вот где имеется фронт работ и потенциал развития. На практике же, помимо «имиджево» используемых рекуператоров и рециркуляции, никаких других решений не внедряется.

Стоит обратить внимание и на нюансы прохождения проектами экспертизы — достаточно предусмотреть в проекте две-три рекуперационных установки, и будущий объект объявляется энер-



гоэффективным. У здравомыслящего специалиста при этом не может не возникнуть вопрос: «А кто-то сделал расчёты этой продекларированной энергоэффективности?!».

Ещё один важный аспект — само понимание энергоэффективности. Когда мы произносим слово «энергоэффективность», да и любые слова с корнем «энерго», мы всегда должны подразумевать наличие «точки отсчёта». При её отсутствии утверждение, что тот или иной объект энергоэффективен, аналогично включению в проект фразы «высокое здание» без указания его высоты (метры, этажность). То есть для энергоэффективности остро необходимы критерии оценки. Без таких критериев бессмысленно говорить не только об энергоэф-

фективности, но и о комфортности. Должны быть определены несколько классов комфортности, соответствующих элитарному жилью или жилищам экономкласса. Отталкиваясь от этого следует определить нормы потребления. И тогда появится возможность фиксировать их соблюдение или превышение.

За создание критериев оценки энергоэффективности скажут «спасибо», в первую очередь, инженеры — они смогут производить адекватные расчёты. При наличии последних «делом техники» станет процесс перевода в рубли, после чего энергоэффективность станет оцениваемой и осязаемой величиной, и перестанет быть субъективным понятием, дающим простор для спекуляций и злоупотреблений в строительной сфере. ●





Контроль энергоэффективности при осуществлении государственного строительного надзора*

В статье описаны методы, используемые Мосгосстройнадзором при определении соответствия показателей энергоэффективности вводимых в эксплуатацию зданий заявленным в проекте параметрам. Анализируются проблемы, с которыми сталкиваются специалисты органа исполнительной власти в процессе своей деятельности.

Автор: А.Н. КРАВЧУК, заместитель председателя комитета Государственного строительного надзора города Москвы

* По материалам Первого Всероссийского форума «Энергоэффективная Россия» (организаторы: НОЗ, НОСТРОЙ, НОПРИЗ; журнал С.О.К. — информационный партнёр). Подробнее о мероприятии см. журнал С.О.К. №7/2015, стр. 76, или на сайте www.c-o-k.ru.

Госстройнадзор и реалии рынка

В конце 2009 года вступили в силу №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» и «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Данными нормативными правовыми актами органам государственного строительного надзора было вменено в обязанность проводить проверку соответствия вводимых в эксплуатацию зданий, строений, сооружений требованиям энергетической эффективности, а по многоквартирным жилым домам и присвоение соответствующего класса энергоэффективности.

В развитие указанного раздела законодательства в 2010–2011 годах вышло несколько подзаконных актов регламентирующих правила установления требований энергетической эффективности, а также правила определения классов энергетической эффективности многоквартирных домов. Однако все эти подзаконные акты носили декларативный характер и не содержали методик, позволяющих органу строительного надзора

провести оценку соответствия и определить класс энергоэффективности. В связи со сложившейся ситуацией, практически проверялось выполнение проектных решений, предусмотренных соответствующими разделами проекта и оценивались результаты тепловизионной съёмки для многоквартирных жилых домов.

При оформлении заключения о соответствии объекта проекту и требованиям технических регламентов (ЗОС) в указанный документ Мосгосстройнадзором включаются сведения о классе энергоэффективности многоквартирных жилых домов. Табличка установленной формы с указанием класса энергоэффективности размещается застройщиком на фасаде здания. С целью ускорения разработки универсальной методики определения класса энергоэффективности, относящейся к сфере технического регулирования в области капитального строительства, нами направлялись соответствующие запросы в Ростехнадзор, Минэнерго РФ и в Министерство регионального развития РФ. Однако до настоящего времени эти методики не утверждены в установленном порядке.





В городе Москве функция по практической проверке параметров энергоэффективности возложена, среди прочих, на подведомственное Мосгосстройнадзору Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертизы, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ ЦЭИИС). По инициативе Мосгосстройнадзора Департаментом градостроительной политики города разработано техническое задание, в соответствии с которым НИИ Мосстрой в 2013 году была разработана методика определения класса энергоэффективности. Указанная методика соответствует требованиям технических регламентов, однако применение методики возможно только при проверке параметров энергоэффективности эксплуатируемых зданий. Применение методики для оценки параметров энергоэффективности объектов, строительство которых завершено, с последующим присвоением класса энергоэффективности оказалось практически невозможным.

Оценка соответствия требованиям энергоэффективности зданий: от теории к практике

С целью практического определения параметров энергоэффективности объектов с применением методов инструментального обследования в ГБУ ЦЭИИС была разработана специальная методика комплексного инструментального обследования и определения теплотехнических характеристик ограждающих конструкций вводимых в эксплуатацию зданий на базе тепловизионного обследования. Лаборатория строительной физики ГБУ ЦЭИИС оснащена самым современным и высокоточным оборудованием.

В период с 2013 года по настоящее время проведены комплексные экспери-

ментальные обследования 82 зданий различных типов: жилых домов, детских садов, школ и больниц, принёсшие для коего весьма неожиданные результаты.

Согласно методике, разработанной ГБУ ЦЭИИС, на каждом исследуемом объекте проводится определение теплотехнических показателей (сопротивле-

Согласно методике, разработанной ГБУ ЦЭИИС, на каждом исследуемом объекте проводится определение теплотехнических показателей ограждающих конструкций для сравнения полученных значений с данными проектной и нормативной документации, и тепловизионное обследование для обнаружения скрытых строительных дефектов

ния теплопередаче) ограждающих конструкций для сравнения полученных значений с данными проектной и нормативной документации, и тепловизионное обследование для обнаружения скрытых строительных дефектов. В здании выбираются около 10 фрагментов ограждающих конструкций (стен, покрытий, окон), на которых в течение около 10–15 суток непрерывно в автоматическом режиме проводят прямые контактные измерения температуры и плотности тепловых потоков. Вне зависимости от строительного объёма объекта, на каждый выбранный фрагмент ограждающей конструкции, например, оконный блок, устанавливаются около 10 датчиков теплового потока и около 25 датчиков температуры, что определяет необходимость установки около 300 датчиков на каждое обследуемое здание. Схема расстановки индивидуальна для каждого исследуемого фрагмента и определяется с учётом характера теплотехнических процессов, протекающих в конструкциях.

В результате измерений на фрагментах наружных конструкций формируется огромный массив данных — как правило, более полумиллиона значений — для обработки которого разработана специальная программа, позволяющая в течение нескольких рабочих дней получить уникальную информацию, описывающую режим теплопереноса, протекающий в данное время в конструкциях здания. Значительно дополняют картину результаты внутренней и наружной тепловизионной съёмки, позволяющие визуализировать характер тепловых процессов, обнаружить места теплотехнической неоднородности и повышенных теплопотерь.



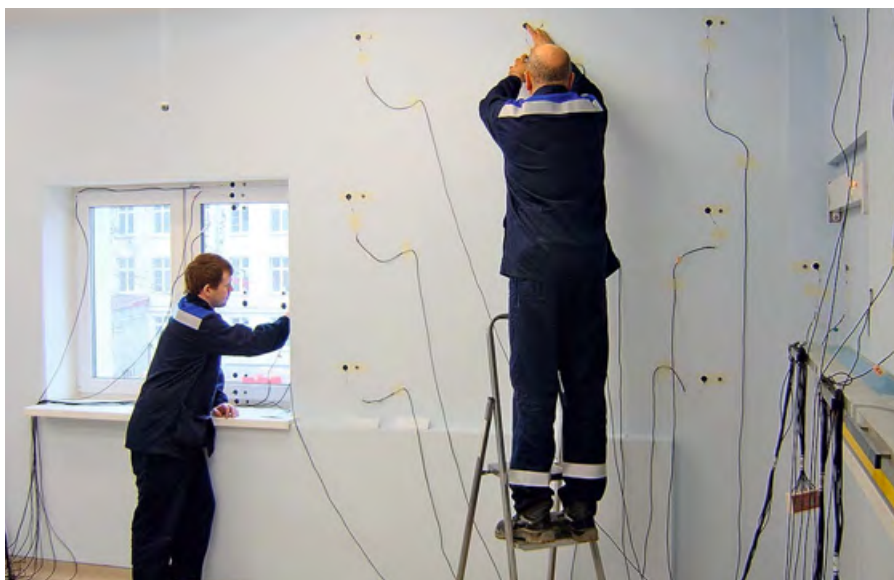


Теперь о результатах обследований. Начнём с полученных значений сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций — окон, витражей, панорамного остекления, которые характеризуются наибольшим теплопропусканием. В подавляющем большинстве случаев обследования показали, что сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций соответствует строительным нормам. Реже оно соответствует несколько завышенным проектным данным, что наблюдается на фоне отмирания процедур сертификации.

В 2014 году нами отмечен значительный прогресс повышения теплозащитных свойств стеклопакетов. В 2015 году намечена тенденция на некоторое снижение теплотехнических показателей стеклопакетов, но, в целом, повторю, подавляющее большинство оконных блоков соответствует нормативам. Выявляемые недостатки связаны, в основном,

с некачественной регулировкой или недобросовестным монтажом.

Интересные результаты даёт обследование наружных стен. В большинстве случаев значения приведённого сопротивления теплопередаче обследованных зданий оказываются в интервале от 1,5 до 2,5 при проектных значениях от 3,0 до 3,8 м²·°C/Вт. Причём данная статистика относится и к обследованиям типовых зданий, где проект уже не проходит экспертизу и проблем, казалось бы, не должно быть в принципе. Подобная ситуация наблюдается и при измерении приведённого сопротивления теплопередаче совмещённых покрытий, чердачных перекрытий, перекрытий над подвалами и проездами. Иными словами, обозначенную выше разницу между проектными и фактическими значениями показывали практически все элементы несветопрозрачных наружных ограждающих конструкций строительных объектов.



Подчёркиваю, выявленное несоответствие фактических показателей энергоэффективности требованиям строительных норм и проектной документации является массовым и обнаруживается как на элитных, так и на типовых строительных объектах.

В 2014 году строительным комплексом разработана программа по выяснению причин массового несоответствия вводимых в эксплуатацию зданий и сооружений требованиям энергоэффективности. Скажу сразу, строители не виноваты, строительный брак здесь совсем ни при чём. По нашему мнению, первопричиной несоответствия фактических теплотехнических показателей данным, указанным в СНиП и заложенным в проект, является упрощённый подход к назначению приведённого сопротив-

О результатах обследований: в подавляющем большинстве случаев обследования показали, что сопротивление теплопередаче светопрозрачных конструкций соответствует строительным нормам. Реже оно соответствует несколько завышенным проектным данным, что наблюдается на фоне отмирания процедур сертификации

ления теплопередаче проектировщиком по методике, изложенной в старой редакции СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Приведённое сопротивление теплопередаче определяется как сумма термических сопротивлений слоёв и сопротивлений теплоотдаче и тепловосприятию, умноженная на коэффициент теплотехнической однородности, назначаемый проектировщиком по своему усмотрению. Например, для панельных стен коэффициент теплотехнической однородности принимается равным около 0,75, а для стен с вентилируемым фасадом 0,9–0,95. Если следовать Своду Правил (СП) «Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003», которая стала обязательной к применению с 1 июля 2015 года, то расчётное приведённое сопротивление теплопередаче стен той же конструкции получится примерно в полтора раза ниже, чем по старой редакции СНиП 23-02-2003, что довольно точно совпадает с уровнем значений сопротивления теплопередаче, третий год получаемых в натуральных условиях нашими специалистами. В качестве примера приведём ряд объектов (адреса не называются).



Детский сад: проектное значение — 3,48, по СП — 1,93, по результатам испытаний — 2,0–2,4. Другой детский сад: 3,27 и 1,52. Девятиэтажный трёхсекционный жилой дом: 3,79 — проектное значение, по результатам испытаний — 2,39–2,87. 19-этажный односекционный дом башенного типа с вентилируемым фасадом: в проекте — 3,75, по СП — 1,9, по результатам испытаний — 2. Родильный дом в инфекционной больнице: 3,27 — по проекту, 1,8–2,5 — по результатам испытаний. То есть, разница оказывается весьма существенной.

Конечно, существенное влияние на точность результатов испытаний оказывают условия проведения обследований. Проведения таких сложных и трудоёмких испытаний в условиях строительной площадки весьма затруднительно. Сильно сказывается режим работы системы отопления, зачастую подключённой по временной схеме. Кроме того, влияет строительная влага, скопившаяся в конструкциях, но даже с учётом имеющихся условий испытаний погрешность в оценке параметров не превышает 15%.

Мы предлагаем, в целях повышения достоверности и точности результатов испытаний, а также разработки методики по оценке показателей энергопотребления, проводить испытания после завершения всех строительных работ, а также на введённых в эксплуатацию объектах. Это необходимо, но с точки зрения действующего законодательства невыполнимо, так как действия по осуществлению государственного строительного надзора прекращаются после оформления заключения о соответствии (ЗОС), а, следовательно, и сотрудники ГБУ ЦЭИС не имеют права выполнять какие-либо работы на объектах после его оформления. Возможно, целесообразно было бы наделить такими полномочиями какой-то иной орган исполнительной

власти ответственный за контроль (надзор) за эксплуатацией (например, жилищные инспекции), тем более, что такой контроль предусмотрен статьей 40 Технического регламента о безопасности зданий и сооружений. В этом случае ГБУ ЦЭИС мог бы оценивать теплотехнические характеристики и при вводе здания в эксплуатацию, и после двух-трёх лет эксплуатации, и каждые пять лет, и сравнивать полученные фактические значения с проектными и нормативными параметрами, как это указано в нормативно-правовых актах.

Резюмируя, повторим основное:

- создана и успешно применяется методика ГБУ ЦЭИС, позволяющая с достаточной степенью достоверности оценивать показатели энергоэффективности вводимых в эксплуатацию зданий;
- по результатам наших обследований, реальные величины удельного энергопотребления вводимых в эксплуатацию зданий примерно в полтора раза превышают заявленные в проектах значения;

□ несоответствие показателей теплозащитных параметров ограждающих конструкций требованиям норм и проектной документации, вызванное в основном несовершенством нормативных требований, ведёт к весьма негативным последствиям (по российским законам органы строительного надзора не должны допускать к вводу в эксплуатацию здания, не соответствующие требованиям энергоэффективности и оснащённости их приборами учёта используемых энергоресурсов).

Следует обратить внимание так же на то, что проектирование систем отопления здания, основывающееся на завышенных теплотехнических характеристиках наружных ограждений, не обеспечивает необходимую мощность этих систем и может привести к их отказу в момент пиковых нагрузок в наиболее холодные периоды года.

Одним словом, требуется скорейшее рассмотрение сложившейся ситуации и принятие решений по изменению политики в области энергосбережения.

Приёмка зданий в Москве

На сегодняшний день в Москве нам удалось построить работу таким образом, что мы не просто проводим оценку соответствия зданий требованиям энергоэффективности по формальному признаку, на основании презумпции соответствия построенных зданий проекту и заключению экспертизы, а проводим их инструментальную проверку. Полученный опыт даёт нам возможность стандартизировать работу по проверке и оценке параметров энергоэффективности в интересах органов строительного надзора и участников строительства. ●





О нюансах развития возобновляемой энергетики в России и в мире*

В этой статье рассмотрены основные тенденции развития возобновляемой энергетики в мире и особенности подходов к продвижению современных технологий использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в российскую сетевую, распределённую и индивидуальную энергетику. Отмечается необходимость тесной увязки мер по повышению энергоэффективности и энергосбережения с развитием возобновляемой энергетики.

Автор: О.С. ПОПЕЛЬ, д.т.н., профессор, заместитель директора по науке ФГБУ «Объединённый институт высоких температур РАН», руководитель НИЦ «Физико-технические проблемы энергетики» ОИВТ РАН, председатель Научного совета РАН по нетрадиционным возобновляемым источникам энергии

* Материалы подготовлены на основе доклада автора, представленного им на Первом Всероссийском форуме «Энергоэффективная Россия» (организаторы: НОЗ, НОСТРОЙ, НОПРИЗ; журнал С.О.К. — информационный партнёр).
Статья о мероприятии см. журнал С.О.К. №7/2015, стр. 76, или на сайте www.c-o-k.ru.

Энергоэффективность и ВИЭ

Энергоэффективность в строительстве и в других секторах экономики и технологии, основанные на использовании возобновляемых источников энергии, — это очень близкие, родственные области. При этом, если потребитель по сути своей «неэнергоэффективный», говорить об использовании возобновляемых источников энергии попросту бессмысленно. И подачу питания на лампочки накаливания с фотоэлектрических панелей энергосбережением назвать нельзя. Как, собственно, нельзя назвать им и отопление с помощью солнечной энергии неутеплённого дома, по которому гуляют сквозняки. Одним словом, использование ВИЭ целесообразно только тогда, когда потребитель не только станет достаточно осведомленным в вопросах энергоэффективности и глубоко осознает необходимость экономии энергии, но и примет реальные меры по энергосбережению. Только в этом случае возобновляемые источники энергии смогут дополнительно и ощутимо повысить энергоэффективность того или иного объекта жилищного строительства или другого конкретного потребителя энергии. И лишь тогда мы вплотную подойдём к воплощению «голубой мечты» строителей и вообще

общества — создать объекты с нулевым энергетическим балансом.

Определения, мнения, суждения...

Несмотря на то, что в большинстве случаев аббревиатура ВИЭ ассоциируется прежде всего с энергией солнца и ветра, понятие «возобновляемая энергетика» подразумевает довольно широкий спектр как первичных источников энергии, так и технологий, в основе которых они лежат. К упомянутым технологиям, например, относятся методы использования не только солнечной и ветровой энергии, но и биомассы, её переработки с получением энергии, биотоплив с новыми потребительскими качествами и т.д. Сюда же можно отнести гидроэнергетику — малые реки и водотоки, волновую и приливную (моря). Кроме того, это утилизация геотермального и сбросного тепла, природного либо антропогенного происхождения и др. (рис. 1). Одним словом, это широкий спектр методов и технологий, со своей спецификой и особенностями. Поэтому очень важным является тот факт, что классификация технологий возобновляемой энергетики и эффективных ниш её применения в настоящее время упорядочивается на основе накопленного международного опыта.

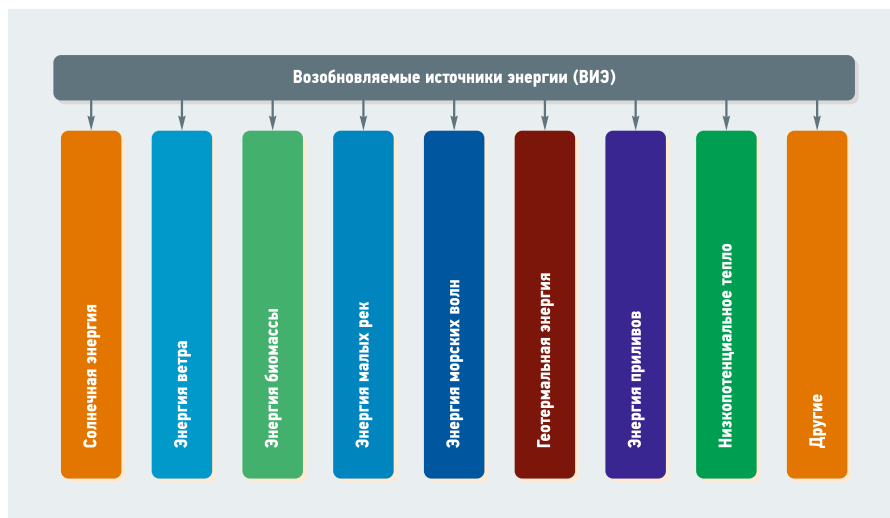


Рис. 1. Основные виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии



●● Кош-Агачская солнечная электростанция (село Кош-Агач, Республика Алтай)

Помимо практической деятельности и реальных свершений в области ВИЭ, о возобновляемой энергетике ведётся очень много разговоров, выходит внушительный объём публикаций, в которых приводятся разные, причём нередко радикально полярные, точки зрения. Есть неопиты-энтузиасты утверждающие, что возобновляемая энергетика — это уже «наступившее будущее», потому про все существующие методы генерации энергии следует забыть, и немедленно начать всю энергосферу переводить на «ВИЭ-рельсы». Очень много и скептиков, в первую очередь в России, в том числе в нашем академическом сообществе, сторонников необходимости дальнейшего совершенствования и развития традиционной энергетике на ископаемых топливах и атомной энергии, благо Бог не обидел нашу уникальную страну огромными запасами этих — тоже природных — энергетических ресурсов.

Сегодня очень важно расставить точки над «i», а также определиться с терминами и приоритетами с тем, чтобы не вводить в заблуждение как широкую об-

щественность, так и людей, принимающих решения в области энергетике.

ВИЭ: мировая статистика и сегменты

Произносятся словосочетания «централизованная энергетика», «большая энергетика», «крупная энергетика», «распределённая и индивидуальная энергетика», нужно понимать, что у каждого из этих секторов есть своя специфика.

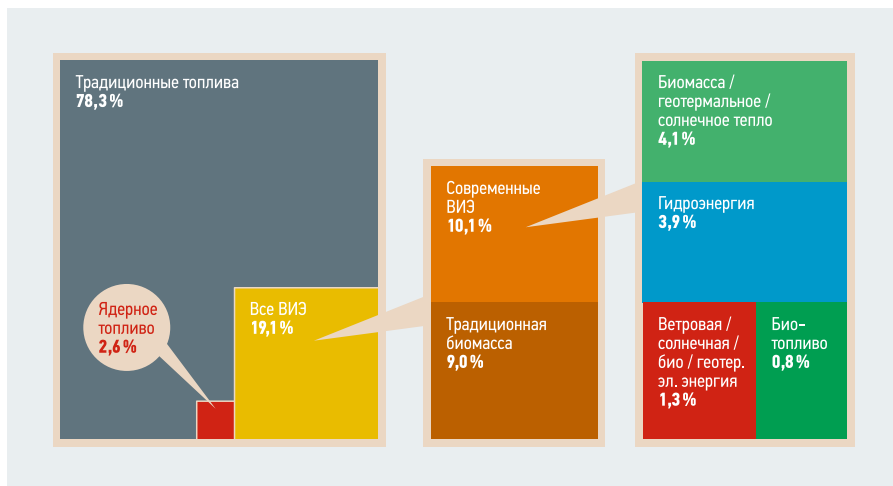
Для того чтобы их оценивать и сравнивать, очень полезно знать объективные цифры, привлекать статистику. Например, суммарная установленная мощность всех электростанций мира сейчас составляет около 4,5–5,0 ТВт. На первом месте находятся США с показателем, немного превышающим 1 ТВт, Китай — около 1 ТВт, Япония имеет порядка 300 ГВт энергетических мощностей. Россия находится на четвёртом месте с приблизительно 230 ГВт установленной мощности. При этом возобновляемая энергетика, особенно в начале этого века, развивалась настолько быстро и при этом незаметно, что многие не заметили её рывка. Вместе с тем, согласно недавно подготовленному

международной некоммерческой ассоциацией REN21 большому статистическому отчёту, мощность энергоустановок на ВИЭ без учёта крупных ГЭС в 2015 году уже превысила 700 ГВт. Если же брать в расчёт и крупные гидроэлектростанции, то мы получим более 1,7 ТВт суммарной мощности всех энергоустановок на ВИЭ. То есть более одной трети всей установленной мощности в мире — это возобновляемая энергетика, причём около 15% по установленной мощности — без учёта крупных ГЭС.

Мощность энергоустановок на возобновляемых источниках энергии (без учёта крупных ГЭС) сегодня уже более чем в два раза превышает мощность всех атомных электростанций (около 340 ГВт), действующих в 32 странах мира. Это в три раза больше мощности всех электростанций России. С прошлого года энергетических мощностей на ВИЭ в мире вводится в эксплуатацию столько же, сколько и традиционных. И данный тренд только развивается. В то время, когда традиционная энергетика развивалась в последние 15 лет с темпом около 1,5–2,0% в год, возобновляемая — в десятки процентов ежегодно, а солнечная — устойчивых 50% в год.

Например, суммарная установленная мощность всех электростанций мира сейчас составляет около 4,5–5,0 ТВт. На первом месте находятся США с показателем более 1 ТВт, Китай — около 1 ТВт, Япония имеет порядка 300 ГВт энергетических мощностей. Россия находится на четвёртом месте с приблизительно 230 ГВт установленной мощности

Следует признать, что, возможно, в данных рассуждениях есть некоторый спекулятивный элемент — традиционные энергетике могут аргументировано возразить: ведь коэффициент использования установленной мощности для энергоустановок на возобновляемых источниках энергии, конечно, существенно меньше, чем для угольных или атомных станций. Поэтому более правомерно говорить не об установленной мощности, а о доле в балансе производимой полезной энергии. Давайте оценим вклад возобновляемой энергетике в глобальное потребление энергии и в производство электроэнергии и в этом разрезе (рис. 2 и 3).



●● Рис. 2. Вклад различных первичных источников энергии в глобальное потребление энергии в 2013 году (данные REN21)

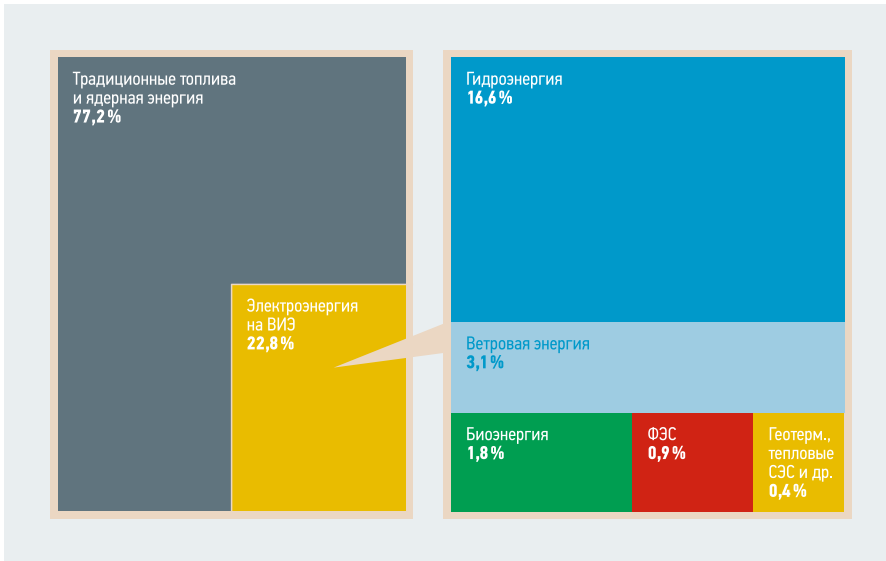


Рис. 3. Вклад возобновляемых источников энергии в мировое производство электроэнергии в конце 2014 году (данные REN21)

ВИЭ сегодня обеспечивают значительный вклад в мировое потребление энергии, оцениваемый около 19,1% (рис. 2). Вместе с тем большая часть мирового энергобаланса по-прежнему покрывается традиционными ископаемыми органическими топливами — 78,3% (уголь, газ, нефть), а также ядерной энергией — около 2,6%. Вклад современных технологий энергетического использования ВИЭ (включая крупные ГЭС) в мировой энергобаланс оценивается на уровне 10,1%. 4,1% приходится на технологии производства тепловой энергии на ВИЭ, 3,9% — на гидроэнергетические установки, 1,3% — на другие генерирующие электроэнергию установки на ВИЭ и 0,8% — на производство современных биотоплив.

Следует отметить, что гидроэнергетический потенциал крупных рек в мире освоен уже примерно на треть, причём неосвоенная его часть сосредоточена преимущественно в развивающихся странах, и дальнейшее развитие крупной гидроэнергетики ограничено в том числе экологическими ограничениями (затопление больших территорий и т.п.).

Потребление традиционной биомассы в мире неуклонно сокращается в связи с переходом на более совершенные технологии теплоснабжения и приготовления пищи. Таким образом, расширение масштабов освоения ВИЭ в мире сегодня связывается лишь с относительно новыми технологиями их энергетического использования, и среди специалистов преобладает второй подход, при котором к ВИЭ относят только новые технологии, а крупные ГЭС мощностью более 25 МВт и традиционная биомасса, используемая

для теплоснабжения и приготовления пищи, из рассмотрения исключаются.

Если отдельно рассматривать только производство электроэнергии, как наиболее эффективного энергоносителя, определяющего уровень технологического развития стран, то в этом случае вклад всех видов ВИЭ в мировое производство электроэнергии в 2014 году составлял около 22,8%, из них на гидроэнергетику приходилось 16,6%, а на другие ВИЭ — 6,2% (рис. 3).

Инерционность энергетики является «притчей во языцех» — новые технологии здесь пробиваются десятилетиями. И потому упомянутый рывок ВИЭ-сектора за прошедшие 10–15 лет выглядит

особенно фантастичным. Так что говорить о том, что возобновляемая энергетика сегодня — это «мелочёвка, не заслуживающая внимания», уже нет оснований. Она — отдельная, сложившаяся отрасль мировой энергетики, и в этой отрасли есть свои страны-лидеры. В частности, безусловным лидером по установленной мощности является Китай, далее идут США, Германия, Италия, Испания, Япония и Индия (рис. 4).

При этом уже сейчас больше 160 стран приняли свои программы, свои индикаторы развития возобновляемой энергетики, которые сводятся к тому, что к 2020 году во многих странах до 20% энергобаланса будет обеспечиваться за счёт возобновляемых ресурсов. В этом разрезе наиболее амбициозны европейские планы — 40%-я ВИЭ-составляющая в общем энергобалансе к 2040 году!

Инвестиции в возобновляемую энергетику за рубежом непрерывно растут (рис. 5). Небольшое падение наблюдалось в 2011–2013 годах, но это объяснялось финансово-экономическим кризисом. В последние же годы пошёл резкий подъём. Ныне в ВИЭ-энергетику ежегодно вкладывается до \$300 млрд. Причём, несмотря на падение инвестиций в прошедшие годы, статистически каждый ежегодный ввод мощностей был больше по сравнению с предыдущим. Это ярко свидетельствует о том, что ВИЭ-технологии дешевеют.

Наиболее активно инвестируется солнечная энергетика — более \$150 млрд, а также ветроэнергетика — около \$100 млрд.

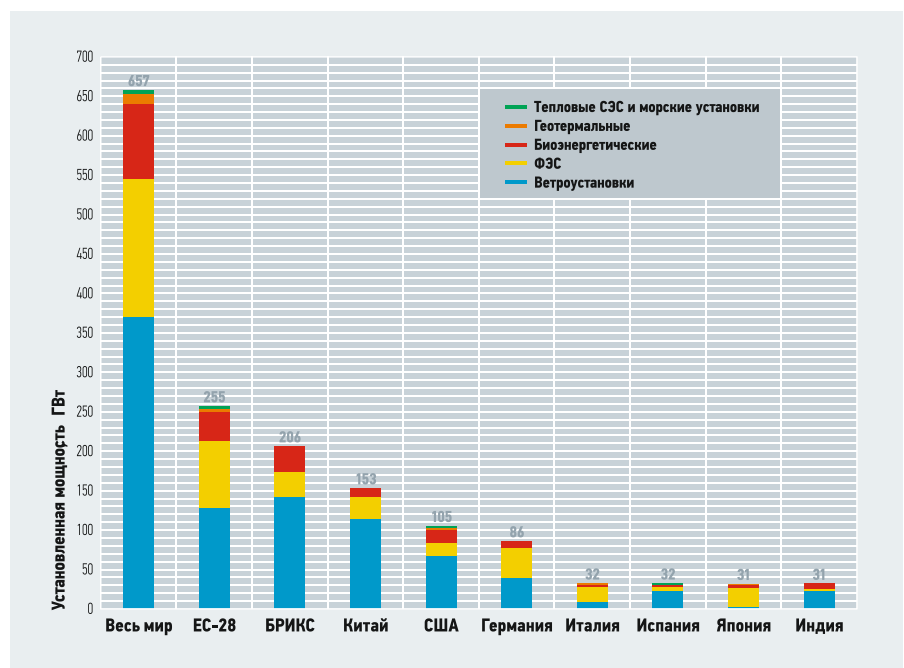


Рис. 4. Установленные мощности действующих энергоустановок на ВИЭ в мире, странах ЕС и БРИКС, а также в семи странах-лидерах, конец 2014 года

Интегральные показатели развития возобновляемой энергетики в мире в период с 2004 по 2014 год, позволяющие объективно оценить темпы её роста за последние 10 лет, приведены в табл. 1.

Сколько все это стоит?

«Убийственным» аргументом сторонников традиционной энергетики является утверждение о чрезвычайной дороговизне энергии, получаемой с помощью ВИЭ. Отчасти этот аргумент справедлив. Ускоренное освоение ВИЭ в большинстве стран осуществляется при определяющей государственной политической, законодательной и прямой финансовой поддержке. На ВИЭ тратятся немалые суммы (рис. 5) как из государственных бюджетов, так и частными компаниями. Как отмечалось выше, лидерами в практическом освоении ВИЭ являются прежде всего страны Европы, Китай, США, Индия и некоторые другие, которые сегодня находятся в сильной зависимости от импорта традиционных энергоресурсов из других регионов мира. Для этих стран основной мотивацией развития ВИЭ является политическое стремление повысить свою энергетическую безопасность и снизить зависимость от импорта энергоресурсов в будущем.

Прогресс в развитии технологий производства фотоэлектрических преобразователей привёл к снижению стоимости вырабатываемой ими энергии с 1980 года по настоящее время почти в 100 раз, а от ветроустановок — в 10–15 раз

Важной причиной развития ВИЭ является также и то, что многие технологии энергетического использования ВИЭ продемонстрировали возможность кратного снижения стоимости производства энергии. Так, прогресс в развитии технологий производства фотоэлектрических преобразователей привёл к снижению стоимости вырабатываемой ими энергии с 1980 года по настоящее время почти в 100 раз, а от ветроустановок — в 10–15 раз. Важным фактором является и создание новых отраслей промышленности, себестоимость выпускаемой продукции, в которых снижается с ростом объёмов производства.

Немаловажной причиной активной государственной поддержки развития ВИЭ в ряде стран является ориентация на экспорт новых технологий и оборо-

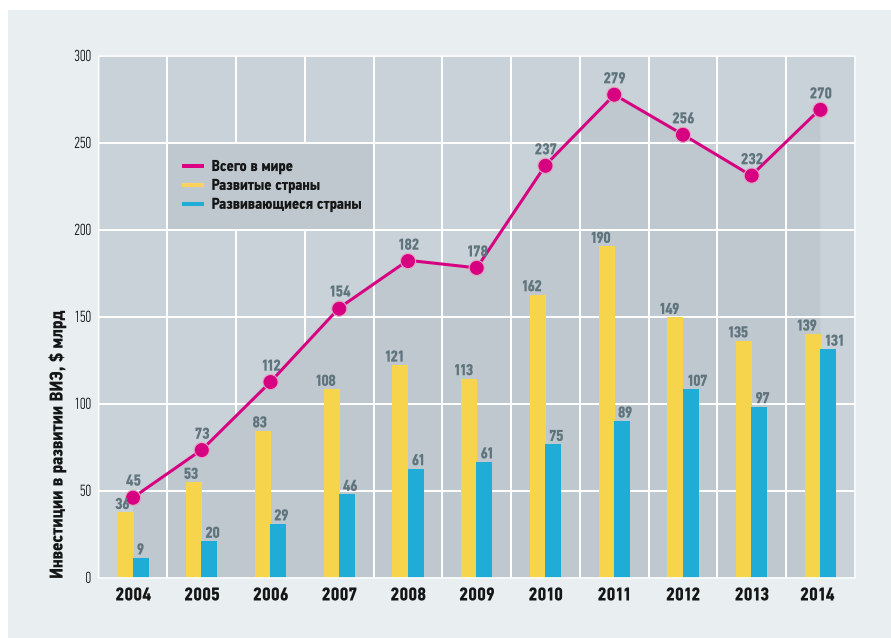


Рис. 5. Инвестиции в развитие возобновляемой энергетики в мире, в развитых и в развивающихся странах

дования в другие страны. Этот аргумент признается одним из ключевых при государственной поддержке предприятий в Китае, завоевавшем большую долю мирового рынка фотоэлектрических преобразователей, в Германии и в других европейских странах.

Практическое освоение ВИЭ ведёт к созданию новых рабочих мест, развитию малого и среднего бизнеса и, тем самым, положительно сказывается на социально-экономических условиях. В 2014 году суммарное количество рабочих мест, связанных с возобновляемой энергетикой в мире достигло около 8 млн, в том числе в странах Евросоюза более 1,2 млн (в том числе в Германии — 371 тыс., во Франции — 176 тыс.), в США — более 0,7, в Китае — 3,3, в Бразилии — около одного, в Индии — около 0,5, Японии — 0,2 млн. И всё же — сколько стоит сегодня энергия от установок на ВИЭ?

Не будем уходить от ответа на этот вопрос путём лишь общих рассуждений. Приведём конкретные цифры. В соответствии с недавними исследованиями Международного агентства по возобновляемой энергетике (International Renewable Energy Association, IRENA) некоторые технологии производства энергии с использованием возобновляемых источников энергии достигли экономически конкурентоспособного уровня по отношению к традиционным технологиям использования органического топлива. Во многих регионах мира биоэнергетические установки, малые гидроэлектростанции, геотермальные и ветровые установки промышленного уровня (мощность более 1 МВт) стали способны производить электроэнергию по той же или более низкой стоимости, чем промышленные энергоустановки на горючих ископаемых (рис. 6).

Показатели развития ВИЭ в мире

табл. 1

Показатели	2004	2013	2014
Инвестиции в развитие ВИЭ, \$ млрд	45	232	270
Мощность энергоустановок на ВИЭ (без ГЭС), ГВт	85	560	657
Мощность энергоустановок на ВИЭ (с учётом ГЭС), ГВт	800	1578	1712
Мощность только ГЭС, ГВт	715	1018	1055
Мощность ветроустановок, ГВт	48	319	370
Мощность фотоэлектрических энергоустановок (ФЭС), ГВт	2,6	138	177
Мощность солнечных тепловых электростанций (СЭС с концентраторами), ГВт	0,4	3,4	4,4
Мощность биоэнергетических установок, ГВт	<36	88	93
Выработка энергии на биоэнергетических установках, ТВт·ч/год	227	396	433
Мощность геотермальных энергоустановок, ГВт	8,9	12,1	12,8
Тепловая мощность солнечных водонагревателей, ГВт (т)	86	373	406
Производство биоэтанола, млрд л/год	28,5	87,8	94
Производство биодизеля, млрд л/год	2,4	26,3	29,7
Количество стран, принявших долгосрочные программы развития ВИЭ	48	144	164

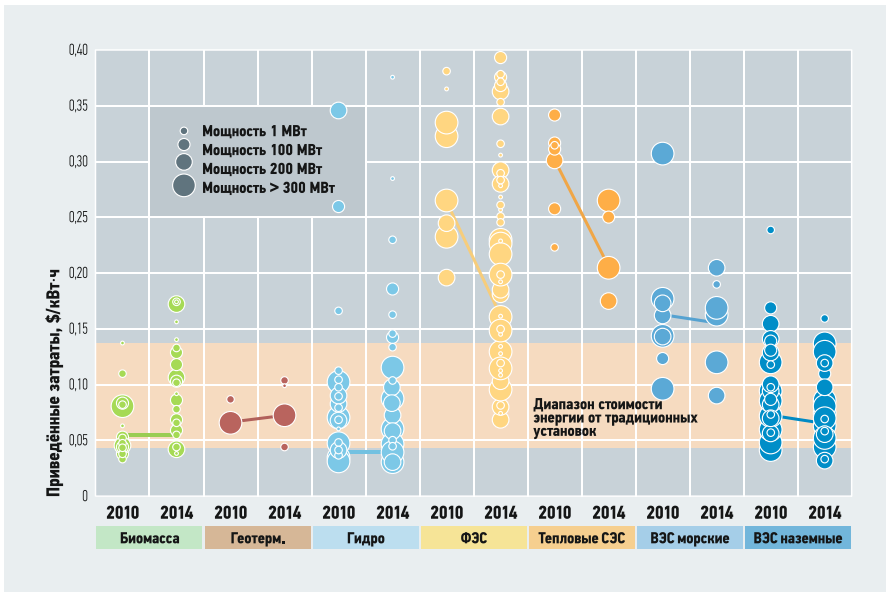


Рис. 6. Приведённые затраты на производство энергии традиционными энергоустановками и энергоустановками на ВИЭ промышленного уровня (более 1 МВт) в 2010 и в 2014 годах (обобщённые по миру данные IRENA [4])

Важно отметить, что приведённые затраты на производство электроэнергии на крупных фотоэлектрических станциях (ФЭС), построенных в 2014 году по отношению к 2010 году снизились почти в два раза, а на солнечных тепловых электростанциях с концентраторами солнечного излучения (СЭС) в полтора раза, продолжилось снижение стоимости электроэнергии генерируемой вновь построенными наземными и офшорными ветроэлектростанциями (ВЭС). Многие биоэнергетические, малые гидро- и геотермальные энергоустановки во многих регионах мира стабильно конкурируют с традиционными энергоустановками.

Стоимость коммерческих фотоэлектрических модулей за последние пять лет снизилась почти на 75%, а удельные капитальные затраты на строительство ФЭС сократились на 30–60%.

Стоимость электричества на новых наиболее эффективных фотоэлектрических станциях уже снизилась до восьми центов за 1 кВт·ч, в то время как стоимость энергии от крупных традиционных электростанций на органическом топливе, как правило, лежит в диапазоне 4,5–14 центов за 1 кВт·ч. Оценки показывают, что в наиболее благоприятных климатических условиях и при наличии недорогих заёмных финансовых ресурсов сегодня возможно создание солнечных фотоэлектрических электростанций, производящих электроэнергию по стоимости менее шести центов за 1 кВт·ч, а ветровых наземных ферм — менее пяти центов за 1 кВт·ч без дополнительной финансовой поддержки проектов.

Условия развития ВИЭ в России

Россия, безусловно, лучше, чем многие другие страны в мире, в целом обеспечена собственными запасами традиционных топливно-энергетических ресурсов. Однако очевидно, что запасы относительно недорогих нефти и газа небезграничны, на разведку и освоение новых месторождений требуются всё возрастающие затраты, и уже сегодня необходимы стратегические разработки, направленные на совершенствование топливно-энергетического баланса, повышение эффективности использования энергетических ресурсов, диверсификацию первичных источников энергии, включая разумное использование возобновляемых источников энергии, и, тем самым, на укрепле-

Запасы относительно недорогих нефти и газа небезграничны, на разведку и освоение новых месторождений требуются всё возрастающие затраты, и уже сегодня необходимы стратегические разработки, направленные на совершенствование топливно-энергетического баланса, повышение эффективности использования энергетических ресурсов, диверсификацию первичных источников энергии

ние энергетической безопасности страны, её регионов и отдельных потребителей.

Отметим, что энергетика — крайне инерционный сектор экономики, поэтому технологии, которые могут претендовать на заметное место в энергетике через 30–50 лет, должны разрабатываться и апробироваться уже сегодня.

Важной особенностью России с её большой территорией является то, что 2/3 этой территории с населением несколько миллионов человек находится вне сетей централизованного энергоснабжения. Это районы страны с наиболее высокими затратами на топливо и производство электроэнергии, как правило, на дизельных энергоустановках (величиной 20–30 руб/кВт·ч, а в некоторых местах до 100 руб/кВт·ч и выше).

Большая часть районов страны, в том числе на юге России, энергодефицитна. Эти районы нуждаются в завозе топлива и поставке энергии. Для них столь же актуально решение проблемы региональной энергетической безопасности, как и для стран-импортёров энергоресурсов. В нашей стране — «газовой державе» — гази-



фицировано немногим более 50% городских и около 40% сельских населённых пунктов. Здесь используются уголь, нефтепродукты, являющиеся источниками локального загрязнения окружающей среды. Участившиеся природные катаклизмы показали, что в районах централизованного энергоснабжения назрела необходимость развития малой распределённой генерации, решающей проблему повышения надёжности энергоснабжения потребителей в небольших населённых пунктах, расположенных в зонах централизованного энергоснабжения, электроснабжение которых сегодня осуществляется через ЛЭП, а теплоснабжение — с помощью местных котельных.

Сложившаяся в стране энергетическая ситуация далека от оптимальной и требуется реализация комплекса мер по повышению энергетической безопасности и снижению издержек на энергоснабжение. Значительную положительную роль в решении накопившихся проблем могут и должны сыграть возобновляемые источники энергии.

Ускоренное развитие ВИЭ в России необходимо рассматривать как важный фактор модернизации экономики, в том числе связанной с развитием инновационных производств, разработкой новых инновационных технологий, развитием малого и среднего бизнеса, созданием новых рабочих мест, улучшением социальных условий, улучшением экологии и т.п. Продвижение ВИЭ должно осуществляться в тесной увязке с реализацией мер энергосбережения.

В нашей стране впервые целевые индикаторы развития ВИЭ на государственном уровне были обозначены Распоряжением Правительства РФ от 8 января 2009 года №1-р. Вместе с тем, намеченных на прошедшие с того времени годы индикаторов достигнуть не удалось. В последнее время индикаторы развития ВИЭ фактически были пересмотрены.

Согласно государственной программе «Энергоэффективность и развитие энергетики», до 2020 года в стране в районах централизованного энергоснабжения планируется ввод 6,2 ГВт генерирующих мощностей на основе ВИЭ, что должно увеличить долю новых ВИЭ в энергобалансе страны к 2020 году до 2,5%. Ожидается также расширение использования ВИЭ в распределённой и индивидуальной энергетике.

Определённую надежду на то, что ВИЭ начнут более широко использоваться в различных секторах российской экономики, даёт принятое 28 мая 2013 года Постановление Правительства РФ



●● Переволокная солнечная электростанция (Оренбургская область)

№449-ПП, предусматривающее финансовую поддержку развития ВИЭ. Это Постановление относится лишь к электрогенерирующим объектам возобновляемой энергетики: ветровым, солнечным электростанциям и малым ГЭС мощностью от пяти до 25 МВт, подключённым к электрической сети. Механизм стимулирования основан на компенсации затрат по договорам на продажу мощности (ДПМ) на оптовом рынке электроэнергии и мощности. При этом объём и структура ежегодно вводимых мощностей по видам ВИЭ, а также ценовые параметры ДПМ («формула цены») определяются Правительством, исходя из гарантированного возврата инвестиций в течение 15 лет. Вводятся нормативные уровни капитальных и эксплуатационных затрат, что позволяет контролировать уровень суммарных затрат на поддержку генерации на основе ВИЭ и ограничивать рост тарифов. Отбор проектов по ДПМ ВИЭ предполагается проводить по итогам конкурсной процедуры, критерии которой учитывают заявляемые удельные капитальные и эксплуатационные затраты, а также показатели проекта по степени локализации производства (использованию отечественного оборудования). Последняя мера направ-

лена на стимулирование развития отечественного производства оборудования в области ВИЭ, которое сегодня практически отсутствует.

Установленная мощность объектов ВИЭ, которые должны быть отобраны на конкурсной основе (на год начала поставки), представлена на рис. 7. Там же приведена диаграмма, иллюстрирующая ожидающиеся доли вновь введённых энергоустановок, солнечных электростанций и малых ГЭС к 2020 году.

Отсюда видно, что к 2020 году планируется ввести около 3,6 ГВт ветростанций, 1,5 ГВт фотоэлектрических энергоустановок и около 0,75 ГВт малых ГЭС.

По результатам конкурсов 2013 и 2014 годов суммарный объём заявок на строительство объектов солнечной генерации для каждого года начала поставки мощности в периоды отбора (с 2014 по 2018 год) значительно превысил объём мощности, который может быть отобран, три заявки на строительство малых гидроэлектростанций поступили только от ОАО «РусГидро», заявки на создание ветроэлектростанций на второй конкурсный отбор поданы не были. Совокупные объёмы отобранных проектов строительства малых ГЭС и ВЭС существенно меньше величины мощности, предусмотренной распоряжением Правительства РФ. В результате по итогам двух конкурсов приняты заявки на строительство 65 фотоэлектрических станций в Дагестане, Белгороде, Самаре, Саратове, Забайкалье, Чите, Челябинске, Омске, Бурятии, Башкортостане, Ставропольском крае, Липецкой, Астраханской, Волгоградской, Оренбургской, Иркутской областях, в Калмыкии, Хакасии и на Алтае, восьми ВЭС в Астраханской, Ульяновской, Оренбургской областях и в Калмыкии, а также трёх ГЭС в Ставропольском крае и Карачаево-Черкесии.

Согласно государственной программе «Энергоэффективность и развитие энергетики», до 2020 года в стране в районах централизованного энергоснабжения планируется ввод 6,2 ГВт генерирующих мощностей на основе ВИЭ, что должно увеличить долю новых ВИЭ в энергобалансе страны к 2020 году до 2,5%

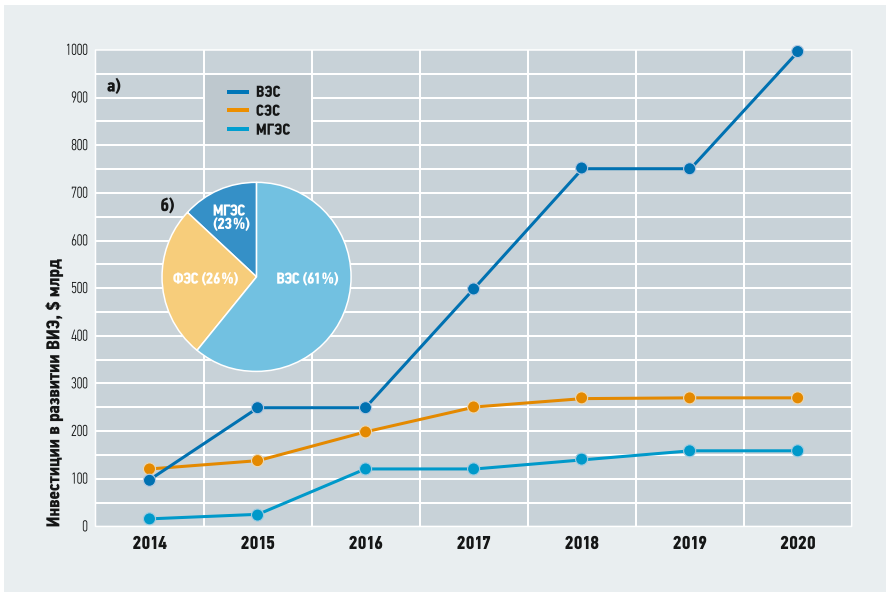


Рис. 7. Установленная мощность вводимых объектов ВИЭ, планируемая для конкурсного отбора по годам (а), и структура генерирующих мощностей энергоустановок на ВИЭ (б)

Основными причинами низкого уровня участия в конкурсе по ветровым электростанциям, по мнению представителей ветроэнергетических компаний, стали сложность выполнения условий конкурса по локализации производства оборудования и отсутствие иной возможности получения гарантий, кроме как от генерирующих компаний — участников оптового рынка электроэнергии и мощности.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2015 года №1472-р внесены изменения в ранее принятые государственные акты, касающиеся планов развития ВИЭ в России. Сроки выполнения программы государственной поддержки ВИЭ расширяются до 2024 года, снижаются требования по локализации производства основного и вспомогательного оборудования, используемого для генерации электрической энергии на базе ВИЭ, увеличиваются почти в два раза предельные величины удельных капитальных затрат на возведение 1 кВт установленной мощности генерирующих объектов, а также удельные предельные эксплуатационные затраты. Действие мер государственной поддержки расширяется, помимо солнечных, ветровых и малых гидроэнергетических установок, на генерирующие объекты, функционирующие на основе использования «отходов производства и потребления», то есть на ряд биоэнергетических установок.

Ожидается, что третий конкурс по отбору проектов строительства энергоустановок на ВИЭ будет проведён осенью 2015 года с учётом принятых поправок и окажется более привлекательным

для инвесторов в отечественную возобновляемую энергетику.

Важно отметить, что особенности энергетической обстановки в России накладывают специфические требования к формированию программ освоения возобновляемых источников энергии. Наряду с развитием технологий использования ВИЭ в составе систем централизованного энергоснабжения, что является приоритетным для упомянутых ранее развитых стран и обещает наиболее масштабное освоение ВИЭ в России, необходимо в первую очередь обратить внимание на разработку и создание систем автономного электро- и теплоснабжения потребителей, развитие малой распределённой энергетики. Именно в этой сфере энергоустановки на ВИЭ уже сегодня во многих регионах страны оказываются конкурентоспособными и могут обеспечить положительный экономический, социальный и экологический эффекты. В этой области также требуется проведение стимулирующей государственной политики, формирование которой в России пока ещё находится в зачаточной стадии. Очевидно, что развитие автономной и распределённой энергетики с использованием ВИЭ во многом будет определяться инициативой региональных и местных властей, а также частного

Естественная проблема, стоящая на пути развития возобновляемой энергетики — её нестабильность: погодная, сезонная и т.д.

бизнеса. Большое значение имеет и готовность научных и проектных организаций предложить эффективные технические решения по практическому использованию ВИЭ в различных секторах экономики.

Многие районы России располагают весьма благоприятными условиями для использования солнечной энергии для производства электроэнергии и тепла, ветровой энергии, энергии биомассы, геотермальной энергии. Имеются отдельные примеры эффективного практического применения возобновляемых источников энергии в различных регионах России, попытка обобщения которых предпринимается в рамках разрабатываемой ОИВТ РАН совместно Географическим факультетом МГУ имени М.В. Ломоносова Геоинформационной системы «Возобновляемые источники энергии России» (на интернет-ресурсе www.gis-vie.ru читатели могут найти много полезной и интересной информации об использовании ВИЭ в России, а также представить свою информацию о созданных установках).

Как уже подчёркивалось, естественная проблема, стоящая на пути развития возобновляемой энергетики (в том числе в России) — её нестабильность: погодная, сезонная и т.д. Это отдельный вопрос, ответ на который требует научного подхода. Здесь не применимы расчётные методы, используемые в строительстве, а необходимы скорее методы динамического моделирования. Также потребуются решение ряда оптимизационных задач. Для обеспечения стабильности генерирующих на основе ВИЭ мощностей требуется комбинирование разных энергоисточников, учёт графиков нагрузок — суточных и прочих, что непросто. Итак, поиск, обоснование и реализация оптимальных экономически эффективных практических решений по использованию ВИЭ возможно только на основе тесного взаимодействия научных, проектных и строительных организаций, которое в нашей стране ещё требует «настройки».

Вместо заключения

В заключении автор, как представитель ФГБУ «Объединённый институт высоких температур РАН», предлагает организовать площадку на территории Москвы и института для создания опытного проекта — «умного» дома, на котором можно будет «обкатать» различные технологии в области энергоэффективности, использования возобновляемых источников энергии (солнца, ветра, энергии земли и воздуха, и др.). ●

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ



Возобновляемая энергетика XXI век: энергетическая и экономическая эффективность

27–28 октября 2015 года в Центре международной торговли в Москве состоится мероприятие Международного конгресса REENCON-XXI «Возобновляемая энергетика XXI век: энергетическая и экономическая эффективность».

Конгресс создан по инициативе Российской Академии Наук, Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» и Международного центра устойчивого энергетического развития под эгидой ЮНЕСКО при поддержке Министерства образования и науки России, Российского фонда фундаментальных исследований и других организаций, как крупнейшая в России постоянно действующая профессиональная междисциплинарная площадка для выявления перспективных тенденций развития возобновляемой энергетики, разработки рекомендаций и предложений для государственных органов по поддержке и развитию научных исследований и обоснованного практического применения ВИЭ.

В этом году более 200 делегатов из России, стран СНГ и дальнего зарубежья соберутся на Конгресс для обсуждения:

- новейших тенденций в развитии экологически чистой энергетики, эффективных инновационных технологических направлений в использовании ВИЭ и систем аккумулирования энергии, определяющих формирование нового технологического уклада в мировой энергетике;
- новых условий и вызовов и обусловленной ими роли, цели и масштабов развития ВИЭ и накопителей энергии в становлении ново-

го энергетического уклада в России, странах ЕАЭС и СНГ в условиях масштабного развития газовой энергетики;

- достижений и проблем в использовании ВИЭ и накопителей энергии и обмен опытом, условий развития локализации производства оборудования для ВИЭ и систем аккумулирования энергии в России, странах ЕАЭС и СНГ;
- рекомендаций для законодательной и исполнительной власти России по развитию возобновляемых источников энергии;
- возможностей развития международного сотрудничества между Россией, странами ЕАЭС и СНГ, мировыми лидерами отрасли стран Евросоюза, ОЭСР, БРИКС, ведущими международными организациями в области возобновляемых источников энергии.

В ходе Конгресса планируется проведение переговоров по вопросам организации двустороннего и многостороннего сотрудничества по рассматриваемым темам и проектам.

Практическим итогом работы Конгресса станет доклад Правительству Российской Федерации по содействию развитию ВИЭ и систем аккумулирования энергии в России и Предложения по целям, задачам и основным направлениям поддержки и развития ВИЭ в странах ЕАЭС и СНГ. ●

Сайт Конгресса: www.reencon-xxi.ru





Изменения климата и ВИЭ – мнения, факты, прогнозы

Данный материал рассказывает об изменениях климата на нашей планете. При этом автор параллельно касается темы развития энергетики на основе ВИЭ.

Предлагаемая статья посвящена изменениям климата, но мы рассматриваем её в одной связке с темой энергетики на основе ВИЭ. Причина в том, что один из стимулов развития возобновляемой энергетики в наше время — постулат о текущем потеплении климата как следствия, прежде всего, повышения содержания парниковых газов в атмосфере, вызванного сжиганием ископаемого топлива. Это даёт основание рассматривать ВИЭ как фактор снижения эмиссии парниковых газов и предотвращения глобального потепления климата. В статье рассматривается фактическая ситуация с изменениями климата и их причинами — в историческом прошлом и в наше время, приводятся данные исследований и прогнозы советских и российских учёных, показывающие существенно более сложную картину факторов изменений климата, причинно-следственных связей и сценариев развития ситуации, не позволяющие делать однозначные выводы.

Одним из стимулов развития энергетики на основе ВИЭ стала концепция глобального потепления, обусловленного деятельностью человека — прежде всего выбросами парниковых газов (газов, за-

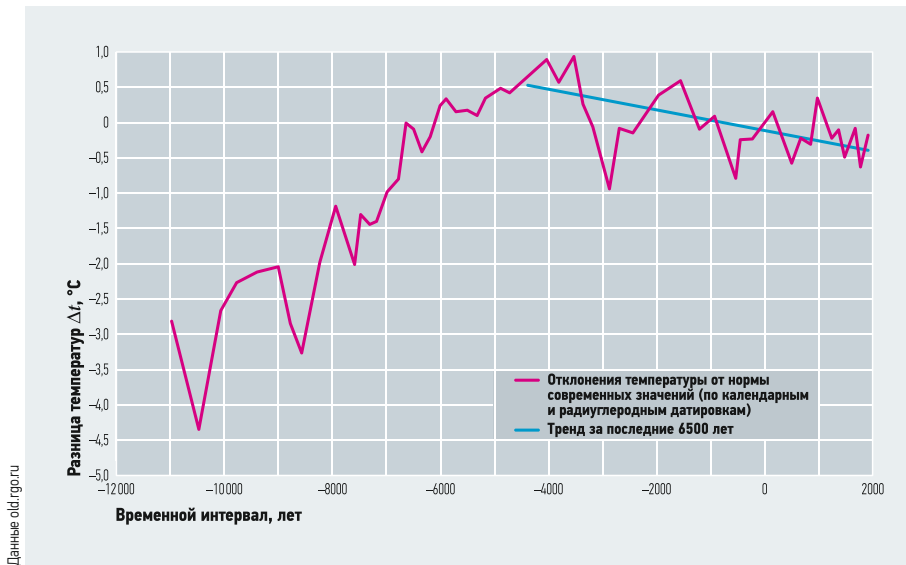
держивающих тепловое излучение Земли, таким образом, создающих «парниковый эффект», ведущий к потеплению), то есть углекислого газа (CO_2) и других. В свою очередь, более половины антропогенных выбросов CO_2 связано с прямым сжиганием топлива на электрических и тепловых станциях, в промышленности и на транспорте [2].

В настоящее время в общественно-политических кругах и среди широкой публики считается очевидной истиной и почти не подвергается сомнению факт резкого антропогенного потепления климата, грозящего человечеству глобальной катастрофой. Для её предотвращения необходимо, как считается, сокращение хозяйственной деятельности и потребления природных богатств — прежде всего углеводородных ресурсов, вызывающего рост эмиссии CO_2 и других парниковых газов.

Проблема глобального потепления становится предметом широкого обсуждения на международном уровне, причиной создания и деятельности ряда международных организаций и программ. К ним относятся, например, Международная группа по изменениям климата



Автор: К.С. ДЕГТЯРЕВ, научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории возобновляемых источников энергии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова



■ Рис. 1. Колебания температуры относительно современных значений в историческое время [13]

(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), созданная при участии Программы ООН по окружающей среде (UN Environment Programme, UNEP).

В 1992 году была принята Рамочная конвенция ООН по изменению климата (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). В качестве «усиленного» варианта данной конвенции в 1997 году был принят Киотский протокол (вступил в силу в 2005 году), предполагающий уже прямое ограничение государствами — участниками соглашения — выбросов парниковых газов в своих странах. Это, в свою очередь, происходит в контексте концепции «Устойчивого развития», также упоминавшейся в предыдущей статье на данную тему.

Глобальное антропогенное потепление — предмет сильного беспокойства в обществе, об этом пишется множество

научно-популярных статей, снимаются фильмы [3], это мощный стимул создания и политического успеха партий «зелёных» в мире.

В свою очередь, энергетика на ВИЭ рассматривается как средство сдерживания глобального потепления, поскольку при работе ветряных, солнечных, гидро и геотермальных станций не происходит эмиссии парниковых газов, то есть замена ископаемых источников энергии возобновляемыми приведёт к устранению основного (как нередко считается) фактора потепления климата.

Трудно найти естественно-научный вопрос, который был бы столь же политизированным, как вопрос глобального потепления второй половины XX века, продолжающегося в XXI-м. Помимо горячих сторонников взгляда на глобальное потепление как дело рук человека, су-

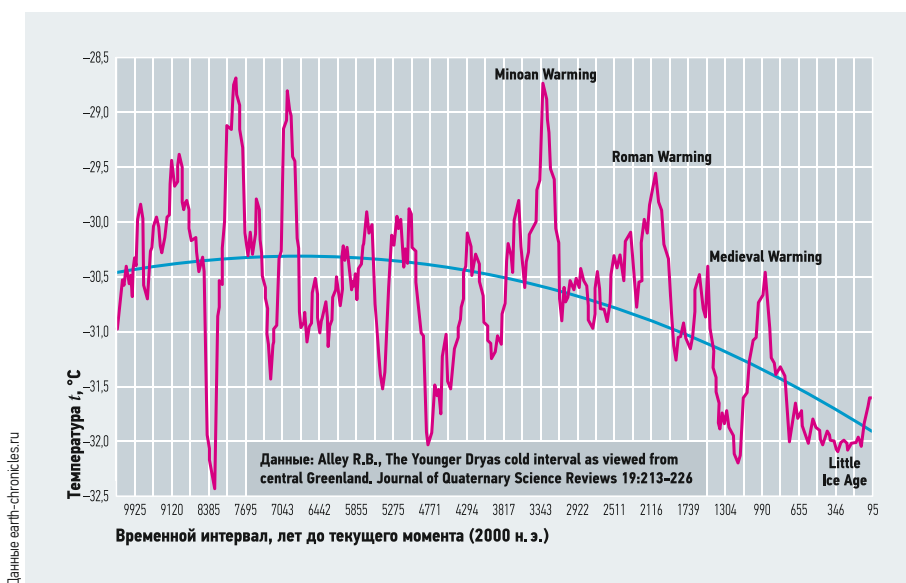
ществуют и не менее жёсткие оппоненты, иногда рассматривающие «зелёные» идеи лишь как планы Запада по торможению развития России и других стран.

Если же беспристрастно посмотреть на имеющиеся научные факты, действительность, как обычно бывает, далека от крайностей, высказываемых и той, и другой стороной. Итак, нам необходимо разработать следующие вопросы: действительно ли глобальное потепление климата происходит; если да, то обусловлено ли оно в первую очередь хозяйственной деятельностью человека и, прежде всего, выбросами парниковых газов.

Климат Земли в историческом прошлом и XX–XXI веках

В начале кратко опишем, что происходит с мировым климатом в историческое время в целом, в последние несколько столетий и в последние десятилетия и годы [4]. С точки зрения общепринятой палеогеографической хронологии, вся человеческая цивилизация на данный момент умещается в рамках периода, называемого как «голоценом», также рассматриваемого как «межледниковье» — промежуток между очередными ледниковыми периодами (рис. 1–2).

Трудно найти естественно-научный вопрос, который был бы столь же политизированным, как вопрос глобального потепления второй половины XX века, продолжающегося в XXI-м. Есть горячие сторонники взгляда на глобальное потепление как дело рук человека и не менее жёсткие их оппоненты



■ Рис. 2. Колебания глобальной температуры на Земле в последние 10 тыс. лет — по данным анализа керна гренландского льда [14]

Таяние континентальных ледовых покровов последнего оледенения (валдайского, согласно российской классификации, вюрмского по западноевропейской и висконсинского по североамериканской шкале) сопровождало мощное потепление. Его пик пришёлся на период около 6000 лет назад, известный как «климатический оптимум голоцена». Тогда средняя температура земной атмосферы была примерно на 1,5–2°C выше современной. С того периода климат обнаруживает некоторую тенденцию к охлаждению (при местами резких колебаниях в противоположные стороны в течение последних 6000 лет), что и видно на графиках. Это даёт основания предполагать, что мы движемся к новому ледниковому периоду.

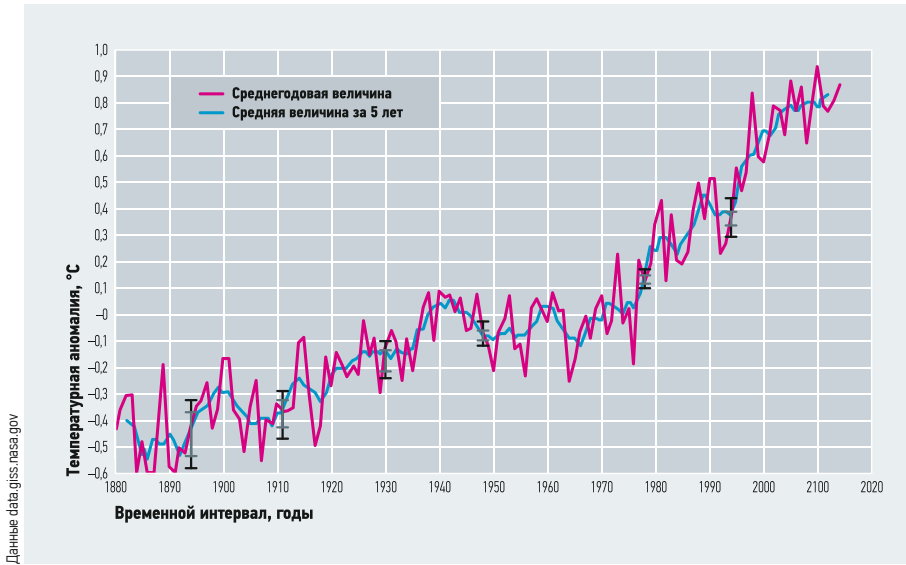


Рис. 3. Изменение глобальной температуры воздуха с конца XIX века [15]

Причины изменений климата — сложный и дискуссионный вопрос. Вероятно, в них задействован комплекс факторов, включающий солнечную активность, механизмы автоколебаний климата, влияние Мирового океана и другие. В любом случае, мы можем точно сказать, что в резких скачках климата несколько тысяч лет назад хозяйственная деятельность человека заведомо «не виновата», и климат вполне способен меняться и без нашего участия. Для последнего тысячелетия нашей истории мы по понятным причинам наблюдаем более детальную картину — ряд метеорологических и климатических событий уже зафиксирован в летописях, кроме того, несколько сотен лет назад начинается эпоха регулярных научных наблюдений за климатом.

В VIII–XIV веках климат был теплее современного примерно на 1°C, это период известен как Малый климатический оптимум (обозначен как Medieval Warming на рис. 2). Именно в этот период наши предки двинулись с Днепра на северо-восток и освоили территории в междуречье Волги и Оки и верховьях Волги, а викинги высадились в Исландии, Гренландии и Северной Америке.

Далее потепление сменилось новым похолоданием с пиком примерно в XVII веке, получившим название Малого ледникового периода (Little Ice Age на рис. 2). Тогда средняя температура воздуха опустилась до уровня почти 2°C ниже современной или примерно на 3°C относительно предшествовавшего тёплого периода. В свою очередь, на Малый ледниковый период приходится и мощные исторические катаклизмы. По Руси прокатилась Великая Смута, совпавшая по времени с резкими похолоданиями —

в первые годы XVII века были случаи снижения температур ниже нуля и замерзания рек в июле-августе (!), соответственно, погибал и урожай.

Колонизация викингами Гренландии и Северной Америки прекратилась, и их поселения погибли, а в самой Европе разгорелись катастрофические религиозные войны, связанные с Реформацией.

Новое сильное потепление, продолжающееся и в наши дни, отсчитывается уже с XIX века (рис. 3). С конца XIX века по 1940 год температура выросла на 0,6°C. В 1940–1960 годы последовало новое похолодание (на 0,2°C). Заметим, что во время Великой Отечественной были суровые зимы, они хорошо запомнились. А уже с середины 1960-х годов фиксируется новое потепление, продолжающееся и в настоящее время. В целом, в течение

XX и первого десятилетия XXI века глобальная температура воздуха выросла примерно на 1,3°C, а с середины XX века до начала XXI — на 0,8°C.

С одной стороны, сейчас мы находимся где-то между Малым ледниковым периодом и Малым климатическим оптимумом Средневековья, не достигнув пока температур тысячелетней давности. С другой стороны, нельзя не отметить, что с 1960-х годов рост глобальной температуры шёл весьма быстро.

Содержание CO₂ в атмосфере Земли

В XX веке также быстро росли антропогенные выбросы парниковых газов, способствуя выводам о том, что в нынешнем потеплении виновна хозяйственная деятельность человека, в первую очередь энергетика и транспорт.

Действительно, содержание парниковых газов (из которых более 80% приходится на CO₂, остальные — метан CH₄, двуокись азота NO₂, соединения фтора) в атмосфере Земли в последние века и десятилетия росло. Содержание CO₂ выросло с 280 ppm (пропромилле, или частей на миллион массы) или 0,028%, в 1750 году до 400 ppm (0,04%) в 2014 году [5], то есть на 43%. В том числе мощный рост примерно с 315 ppm произошёл за последние 55 лет (рис. 4–5).

Что это значит в абсолютных величинах? Общая масса земной атмосферы составляет около 5 × 10¹⁵ тонн. Величина в 0,028% — это 1,4 трлн тонн; 0,04% — уже 2,0 трлн тонн. Таким образом, в среднем с середины XVIII века в атмосфере ежегодно становилось на 2 млрд тонн CO₂ больше, в том числе в последние 55 лет на 7,5 млрд тонн ежегодно.

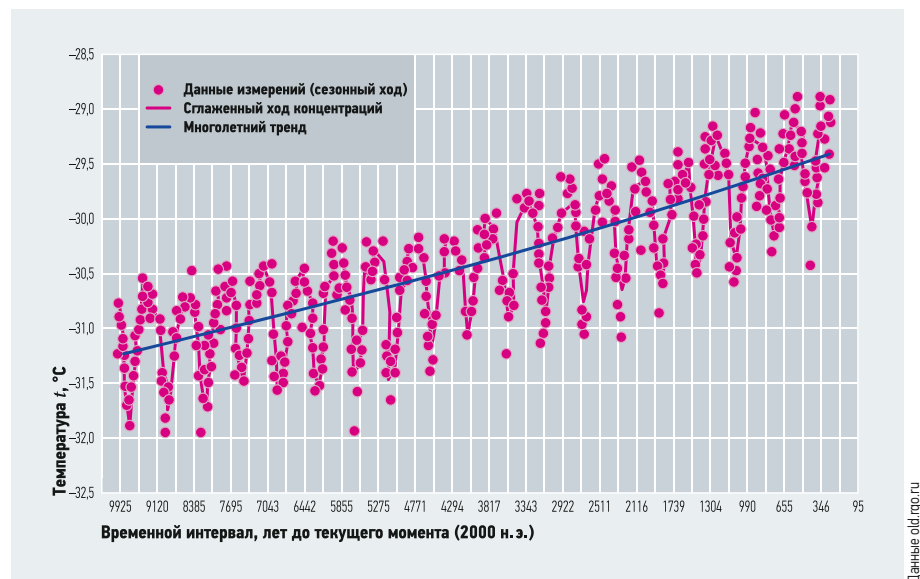
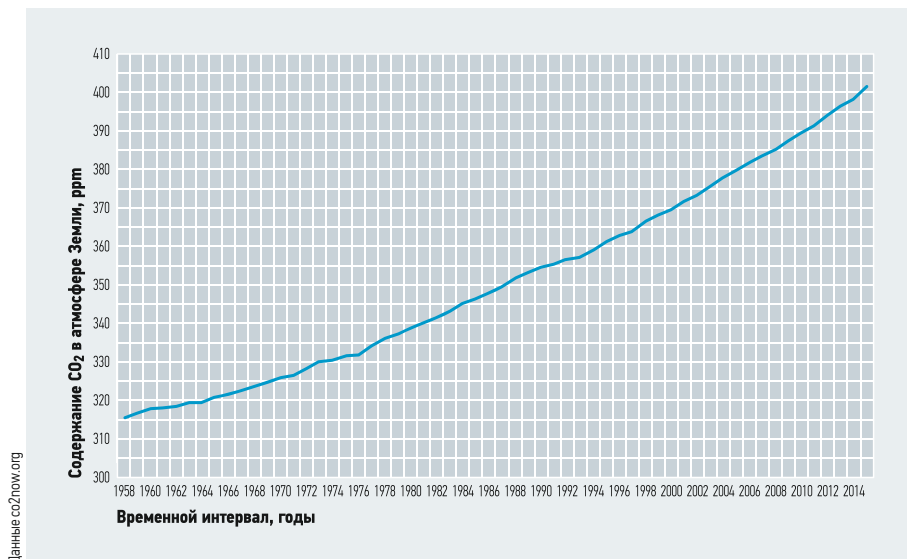


Рис. 4. Рост концентрации CO₂ в атмосфере, зафиксированный за 1988–2008-го годы на станции Териберка на Кольском полуострове [16]



•• Рис. 5. Рост концентрации CO₂ в атмосфере в 1958–2015-х годах, по данным обсерватории Мауна-Лоа (Mauna Loa Observatory, MLO) на Гавайских островах [17]

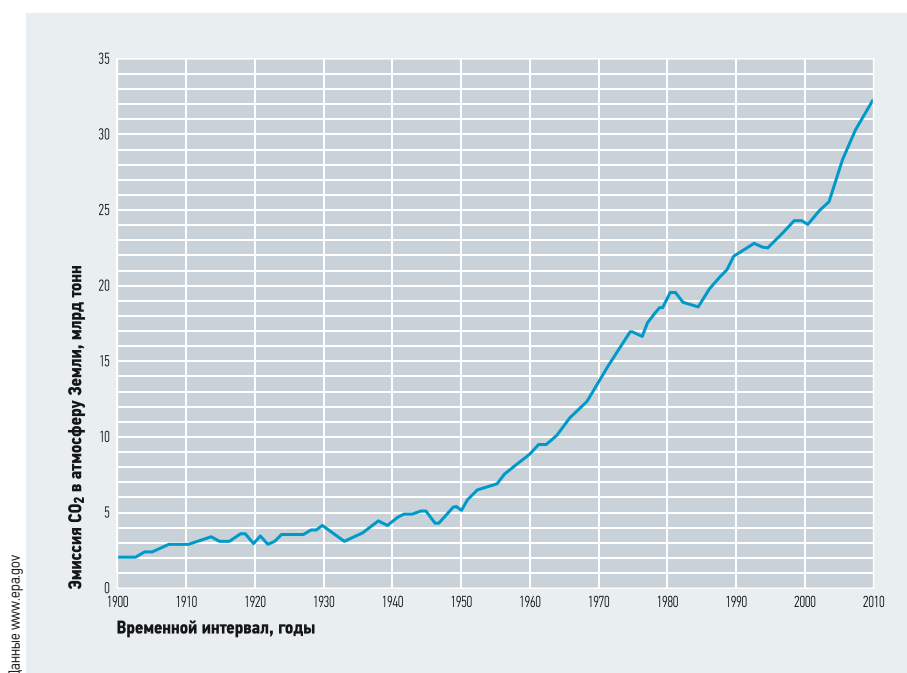
При этом, по оценкам авторитетного агентства США по охране окружающей среды (US Environmental Protection Agency, EPA), с 1900 года до нашего времени ежегодная эмиссия CO₂ только от сжигания ископаемого топлива выросла с примерно 2 млрд до 30–35 млрд тонн (рис. 6). Это примерно соответствует темпам роста потребления энергоресурсов человечеством за этот период.

Природа успевает перерабатывать, как мы видим, большую часть выбрасываемого углекислого газа (прежде всего, в процессе фотосинтеза), но на полное решение этой задачи её сил уже не хватает, и концентрация углекислого газа в атмосфере растёт.

Факторы и прогнозы изменений климата

Казалось бы, картина ясна — есть корреляция между ростом энергопотребления, выбросов парниковых газов и глобальным потеплением климата, следовательно, потепление вызвано выбросами парниковых газов в результате хозяйственной деятельности человека.

Однако картина кажется однозначной, только если не принимать в расчёт, что в природе действуют не один-два, а намного больше факторов, а данная корреляция вовсе не означает причинно-следственную связь, тем более действующую именно в данном (а не каком-либо другом) направлении.



•• Рис. 6. Рост эмиссии CO₂ в результате сжигания ископаемого топлива с 1900 года [18]

Голоса, призывавшие к более взвешенным и комплексным оценкам, исходили от советских и российских учёных, включая географов и палеогеографов, геологов, физиков, энергетиков с мировым именем, например, таких как А.А. Величко, В.М. Котляков, А.Л. Яншин, А.П. Капица, Х.И. Абдусаматов, К.С. Демирчян и др.

Наша проблема в том, что мы нередко их не слышим, особенно начиная с 1990-х годов, и недостаточно знаем об отечественных разработках, предпочитая без должного критического анализа пользоваться информацией об «открытиях британских учёных» в популярном изложении.

История Земли, включая и недавнее по естественно-историческим меркам прошлое (например, средневековый климатический оптимум), знала периоды теплее нынешнего, но при этом содержание углекислого газа в атмосфере было не выше, а ниже нынешнего, а антропогенное воздействие было заведомо на порядки меньше, чем в наше время

Отечественные специалисты предлагали, прежде всего, обратить внимание на общий тренд к похолоданию климата в голоцене (см. выше) — если смотреть в масштабе тысяч и, тем более, десятков тысяч лет, мы живём в состоянии перехода от межледниковья к очередному ледниковому периоду. Изменения климата, наблюдаемые нами в последние 100–200 лет, на этом фоне — обычные флюктуации, не выбивающиеся из общего долгосрочного тренда.

Свой вклад в подтверждение этих тезисов внесли также последние данные исследований ледяного керна с российской антарктической станции «Восток».

История Земли, включая и недавнее по естественно-историческим меркам прошлое (например, упоминавшийся выше Средневековый климатический оптимум), знала периоды теплее нынешнего, но при этом содержание углекислого газа в атмосфере было не выше, а ниже нынешнего, а антропогенное воздействие было заведомо на порядки меньше, чем в наше время.

В свою очередь, похолодание 1940–1960 годов проходило на фоне предшествовавшего и продолжающегося активного роста хозяйственной деятельности человека.

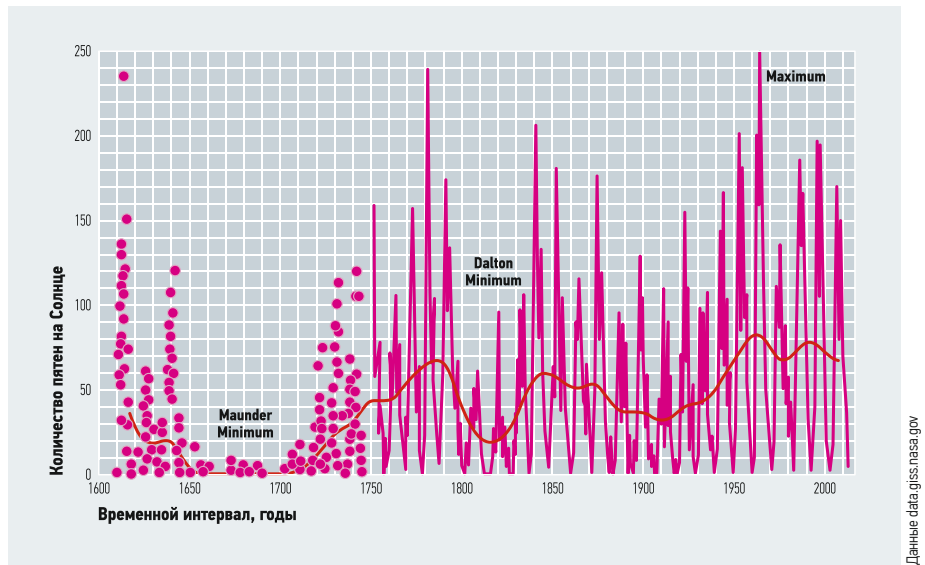
Сам факт потепления, наблюдающегося с XIX века, и некоторое его ускорение примерно с 1960-х до начала 2000-х годов, никто не отрицает — это объективные данные наблюдений. Точно так же возможна антропогенная и углеродная составляющая в потеплении.

Однако другие данные позволяют предположить и наличие других, более мощных факторов изменения климата, несколько иных зависимостей, и, более того, прогнозировать смену потепления похолоданием в ближайшие десятилетия.

В частности, смену тренда с потепления на похолодание в ближайшие годы предполагает астрофизик, руководитель сектора космических исследований Пулковской астрономической обсерватории РАН Х.И. Абдусаматов. В своей статье «Солнце определяет климат» [6] он обращает внимание, в частности, на достаточно чёткую корреляцию между изменениями глобальной температуры и колебаниями солнечной активности.

Опираясь на данные исследований активности Солнца, результаты гидрометеорологических и океанологических наблюдений, Х.И. Абдусаматов делает вывод, что пик потепления уже пройден, и грядёт новое похолодание, связанное с очередным 200-летним циклом изменения солнечной постоянной [7].

Периоды потеплений действительно коррелируют с периодами роста солнечной активности, и наоборот (рис. 7), это общеизвестный научный факт. Минимум её совпадал в том числе и с Малым ледниковым периодом XIV–XVIII веков, а очередной максимум (пик которого уже пройден) приходится на наше время.



•• Рис. 7. Колебания солнечной активности в последние 400 лет

Кроме того, обнаруживается и корреляция между солнечной активностью и содержанием CO_2 в атмосфере. В 2009–2011 годах Абдусаматов называл условную дату начала нового похолодания — примерно 2013–2015 год. Проверить истинность или ложность прогноза в текущем режиме в подобных случаях практически невозможно — более понятной ситуацией станет спустя ещё несколько лет.

Однако ослабление потепления начиная с 2000-х годов (рис. 3) уже фиксируется. Более того, детальные наблюдения позволяют обнаружить даже прекращение потепления в северных и низких широтах (рис. 8). При этом содержание CO_2 в атмосфере в этот период продолжало расти стабильными темпами (рис. 4–5), а антропогенная эмиссия даже несколько усилилась (рис. 6). Другие наблюдения также свидетельствуют о неоднозначности ситуации с изменениями климата.

Сейчас внимание обращают, прежде всего, на таяние арктических льдов. В свою очередь, академик В.М. Котляков, директор Института географии РАН, обращает внимание на параллельно идущий процесс нарастания ледникового покрова в восточном секторе Антарктиды [8], а также рост количества осадков в Евразии в последние годы, что также может рассматриваться в качестве предвестника нового похолодания.

По данным исследований активности Солнца и результатам гидрометеорологических и океанологических наблюдений Х.И. Абдусаматов делает вывод, что пик потепления уже пройден, и грядёт новое похолодание, связанное с очередным 200-летним циклом изменения солнечной постоянной



Член-корреспондент РАН А.П. Капица (1931–2011), заведующий кафедрой рационального природопользования Географического факультета МГУ, утверждал, что при связывании потепления с содержанием CO_2 в атмосфере путаются причины и следствия: «Есть два очень интересных источника сведений о прошлом Земли: бурение скважин в Антарктиде и Гренландии. Скважины уходят в толщу льда на глубину в несколько тысяч метров. Берутся образцы керна, в этом керне находятся пузырьки воздуха тех эпох, когда откладывался снег, а в пузырьках — состав атмосферы. Современными тончайшими методами мы устанавливаем количество углекислого газа и других газов, количество кислорода, температуру, при которой выпадал снег, и целый ряд других характеристик.

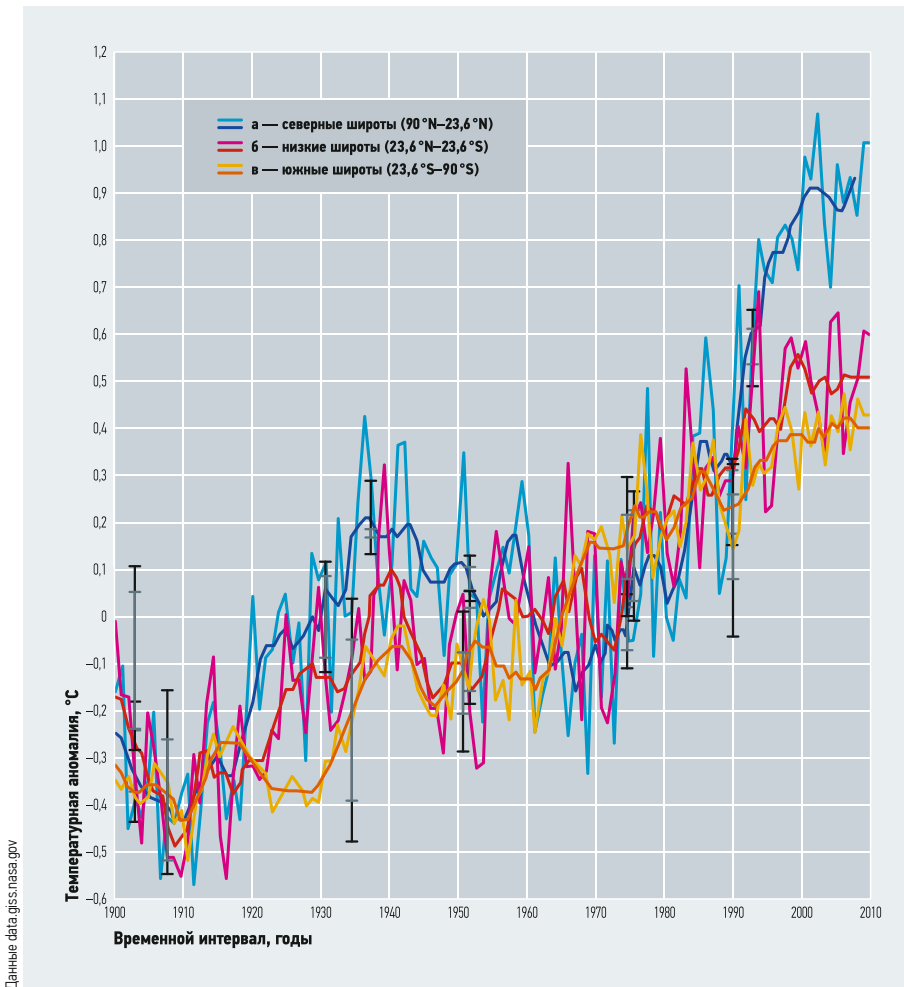


Рис. 8. Изменения температур в трёх широтных диапазонах с 1980-го года [19]

Хорошо прослежены все классические ледниковые периоды, периоды потепления и соответствующее им количество углекислого газа в атмосфере. И вот оказалось, что углекислый газ не предшествует потеплению, а идёт после потепления, что вполне объяснимо — 90% углекислого газа растворено в Мировом океане, и процесс изъятия углекислого газа из воды бесконечен. Если вы нагреете океан хоть на полградуса, то он сразу выбрасывает массу углекислого газа в воздух, что и зарегистрировано в скважинах. Наоборот, в случае похолодания океаны с лёгкостью поглощают углекислый газ» [9].

Свою интересную модель, связанную с концентрацией CO₂ в атмосфере Земли, предлагает энергетик, академик Российской академии наук К.С. Демирчян — согласно ей, содержание углекислого газа коррелирует с численностью населения Земли: «Независимо от времени — безразлично, это 1750 год, когда только дрова сжигали, или, например, 1980-й — количество углекислого газа в атмосфере стабильно растёт на 15 ppm при увеличении численности населения на один миллиард человек. Это закон» [10].

Если принять данную гипотезу, то замедление роста численности населения должно привести и к снижению темпов роста эмиссии и содержания углекислого газа в воздухе. Следует отметить, что этот процесс тоже идёт. Об этом писал, в частности, академик С.П. Капица (1928–2012) в работе «Парадоксы роста» [11], где он использовал данные демографов и применил собственную математическую модель динамики численности человечества в целом, обозначая текущий период человеческой истории как глобальный «демографический переход».

Демографический вывод работы в том, что пик роста населения Земли уже пройден (табл. 1), при этом пик аб-

солютного прироста населения пришёлся на 1980–2000 годы (то есть 874 млн человек за 10 лет), а относительный, в процентах, ещё в 1950–1960 годах (составивший в среднем 2,2% за год).

Последние оценки лишь подтверждают сделанные выводы — за период с 2010 по 2015 годы население Земли выросло на 300 млн человек (примерно с 7,0 до 7,3 млрд), что соответствует темпам роста 0,8–0,9% в год. Таким образом, прирост численности населения Земли замедляется не только в относительном, но и абсолютном выражении, и в ближайшие несколько десятилетий может остановиться.

Соответственно, если рассматривать связку: «рост численности населения → повышение содержания углекислого газа в воздухе → потепление климата», то оснований для катастрофических ожиданий также нет.

В целом, С.П. Капица социальные (культурные, ментальные) риски на нынешнем этапе истории человечества считает более весомыми, чем природные или техногенные: «Именно факторы культуры и сознания, выраженные в коллективном взаимодействии, определяют как развитие человечества, так и наступивший кризис. Более того, этот глобальный кризис завершится менее чем через сто лет и в силу своей стремительности представляет много тревожнее угроз, связанных с энергией, экологией или изменением климата. Исчерпание топлива, будь то газ или нефть, и смена технологии в энергетике происходит постепенно, как и наблюдаемое сегодня широкое распространение ядерной или альтернативной энергетики. Также постепенно происходят ожидаемые изменения климата, в отличие от уже начавшейся реакции человечества на глобальный демографический переход, в первую очередь, в области социально-экономической».

Возвращаясь к углекислому газу и изменениям климата, по оценкам К.С. Демирчяна, к 2100 году средняя температура Земли за счёт антропогенного фактора может вырасти ещё на 0,35°C при росте количества углекислого газа в атмосфере до 440–450 ppm.

Темпы роста населения Земли в 1950–2010-го годов

табл. 1

Год	Прирост населения, млн человек (усредн. за предшеств. декаду)	Прирост населения, % за год
1950	502	2,0
1960	676	2,2
1970	747	2,0
1980	840	1,8
1990	874	1,5
2000	874	1,4
2010	856	1,2

Сходные прогнозы приводит член-корреспондент РАН В.В. Клименко [12], заведующий Научно-исследовательской лаборатории глобальных проблем энергетики МЭИ. По его оценкам, опасаться катастрофических выбросов парниковых газов не стоит — в ближайшие 20–30 лет вероятен их рост ещё на 20–25 % в год, затем последует стабилизация, а рост глобальной температуры к концу XXI века составит 1,3–1,6 °C относительно уровня середины XX века или примерно на 0,5–0,8 °C относительно современных значений. Разумеется, данные оценки основаны на продолжении текущих тенденций и идут вразрез с приведёнными выше прогнозами смены потепления похолоданием в ближайшие десятилетия.

Последствия изменений климата и ВИЭ

Неизбежен вопрос, насколько опасно дальнейшее повышение температуры и концентрации углекислого газа в атмосфере Земли. Сразу заметим, что российские учёные в данном случае не склонны к «алармизму».

Прежде всего, не следует ожидать катастрофического подъёма уровня Мирового океана из-за таяния арктических и антарктических льдов, о чём также нередко говорят. Примерно 90 % всех ледовых и снежных покровов Земли (общим объёмом 23 млн км³) приходится на Антарктиду. Полное таяние антарктических льдов привело бы к подъёму уровня Мирового океана на 50–60 м, но вероятность такого события можно считать равной нулю, учитывая высокую стабильность антарктического ледника, и даже его не-



который рост (см. выше). Некоторый подъём уровня Мирового океана — на величины от нескольких до нескольких десятков сантиметров — возможен, и это действительно способно создать ряд проблем в прибрежных районах.

В целом же, нет ничего, имеющего однозначно положительный или однозначно отрицательный эффект. К положительным эффектам роста содержания углекислого газа можно отнести улучшение условий для растений, в том числе

Гипотетическое похолодание в будущем может означать повышение спроса на энергию и рост цен на энергоносители, что станет позитивным и для энергии на основе возобновляемых источников энергии

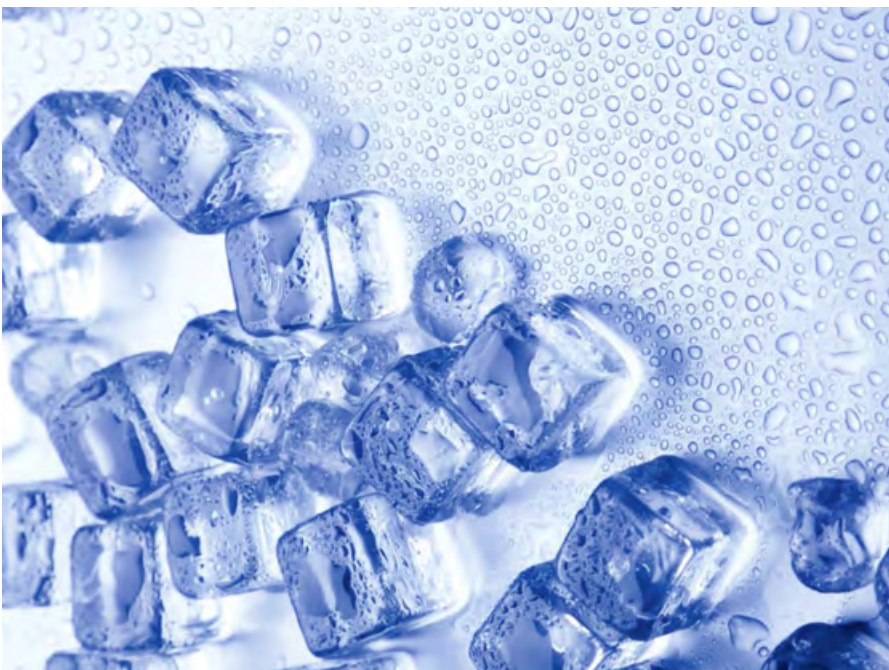
для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, поскольку CO₂ для них — источник питания, соединение, усваиваемое при фотосинтезе. Сам по себе CO₂ не относится к токсичным веществам, и наблюдаемый рост его концентрации не представляет прямой угрозы для здоровья человека.

Заметим также, что чрезмерный акцент на потеплении и росте содержания CO₂ в атмосфере невольно отодвигает на второй план ряд насущных проблем экологического характера на местных уровнях — проблемы загрязнения воздуха, воды и грунта в городах и промышленных центрах, дефицита качественной воды и продовольствия в ряде регионов. Между тем, именно от этих проблем множество людей на Земле (в том числе и в России) страдает непосредственно в данный момент.

Позитивные следствия потепления климата также достаточно понятны — ряд территорий с суровыми природными условиями, благодаря их смягчению, становится доступнее для хозяйственного освоения. В частности, сокращение ледовых покровов в Арктике облегчает использование Северного морского пути в качестве транспортной артерии.

Негативные последствия потепления, помимо подъёма Мирового океана, тоже неизбежны. Некоторые территории, напротив, становятся слишком жаркими и сухими. Кроме того, любые изменения климата, особенно достаточно быстрые, способны привести к локальным или региональным явлениям катастрофического характера.

Здесь можно провести аналогию с явлениями из других областей, не менее актуальных для людей и хозяйства, в том числе в нашей стране в данный момент. «Хорошо» или «плохо» повышение или понижение курса национальной валюты?





Любой экономист скажет вам, что общего и однозначного ответа на этот вопрос нет, и движение в любом направлении имеет целый ряд как позитивных, так и негативных сторон. В полной мере это относится и к потеплению либо похолоданию климата на Земле. То же самое можно сказать и о перспективах энергетики на возобновляемых источниках в данном контексте.

С одной стороны, если окажется, что прогнозы потепления климата не оправданы или связывание изменений климата с колебаниями количества CO_2 в атмосфере не обосновано, возобновляемая энергетика может потерять один из стимулов развития. С другой стороны, гипотетическое похолодание в будущем может означать повышение спроса на энергию и рост цен на энергоносители,

что станет позитивным и для энергии на основе ВИЭ. Кроме того, возобновляемая энергетика тесно связана с региональными природными условиями, и любое их изменение окажет то или иное влияние на природный потенциал возобновляемых источников, что должно быть темой отдельного анализа. ●

1. Дегтярев К.С. Энергетика на возобновляемых источниках — от энтузиазма к прагматизму // Журнал С.О.К., №4/2015.
2. www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html
3. www.ecolife.ru/zhurnal/articles/37/9758/
4. Хромов С.П., Петросьянц М.А. Метеорология и климатология. — М.: Изд-во МГУ, 2001.
5. co2now.org/Current-CO2/CO2-Now/
6. Абдусаматов Х.И. Солнце определяет климат // Наука и жизнь, №1/2009.
7. old.rgo.ru/2011/05/poteplenie-ili-poxolodanie/
8. old.rgo.ru/2012/01/pochemu-antarktika-ne-arktika/
9. vestnik.com/issues/98/1013/win/moldav.htm
10. old.rgo.ru/2011/06/chelovek-i-co2/
11. Капица С.П. Парадоксы роста. Законы развития человечества. — М.: Альпина нон-фикшн, 2010.
12. old.rgo.ru/2010/11/mirovaya-energetika-%E2%80%93-fakty-protiv-mifov/
13. old.rgo.ru/torf/izmeneniya-klimata-v-istoricheskoe-vremya/
14. earth-chronicles.ru/news/2014-03-04-60696/
15. data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v3/
16. old.rgo.ru/2010/12/parnikovye-gazy/
17. co2now.org/Current-CO2/CO2-Now/
18. www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html
19. data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v3/



IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ 19 - 21 ноября 2015



История развития солнечной фотоэлектрической энергетики в России*

В этой статье рассмотрены этапы развития солнечной фотоэлектрической энергетики в России с 1958 по 2015 годы, включая создание солнечных элементов, космических солнечных батарей, наземную фотоэлектрическую энергетику. Показана ведущая роль российских учёных в развитии кремниевой технологии солнечных элементов и модулей.

Фотоэлектричество как отрасль науки возникла в 1839 году, когда в возрасте 19 лет французский физик Александр Эдмон Беккерель, работая с электролитами, обнаружил фотоэлектрический эффект. В 1873 году английский инженер-электрик Уиллоуби Смит обратил внимание на тот факт, что селен проявляет фотопроводящие свойства. Позднее, примерно через 14 лет, работая с открытым резонатором, немецкий физик Генрих Герц наблюдал интересную закономерность. Он заметил, что если на цинковые разрядники направить поток ультрафиолетового излучения, то прохождение искры облегчается. Позднее было показано, что энергия вылетающего с поверхности электрона строго зависит от частоты поступающего излучения, в то время как от интенсивности облучения не зависит. Это противоречило положениям господствующей в то время классической электродинамики. Позднее фотоэффект детально изучал русский физик А.Г. Столетов, который в результате сделал несколько интересных открытий и сформулировал первый закон внешнего фотоэффекта. Однако первый фотоэлемент был создан только в 1883 году Чарльзом Фриттсом на селене, покрытом тонким слоем золота. КПД такого фотоэлемента не превышал 1%. Объяснить фотоэффект удалось Альберту Эйнштейну в 1905 году на основе гипотезы Макса Планка о квантовой природе света [1, 2].

Термин «фотовольтаический» происходит от греческого «фотос», что означает «свет», и «вольтовый», то есть электрический, по имени итальянского физика Алессандро Вольта, в честь которого называется единица электродвижущей силы — вольт.

Именно внутренний фотоэффект, а точнее процесс разделения генерируемых квантами света электронно-дырочных пар на p - p -переходе, лежит в основе процесса генерации электрического тока в фотоэлементах.

Кремний является основным материалом при производстве солнечных

элементов. Кремний в чистом виде был выделен в 1811 году французскими учёными Жозефом Луи Гей-Люссаком и Луи Жаком Тенаром. В элементарном виде кремний был получен в 1825 году шведским химиком Берцелиусом путём воздействия металлическим калием на фтористый кремний SiF_4 . Новый элемент получил название «силиций» (от лат. *silex* — кремень). Русское название «кремний» введено в 1834 году российским химиком Г.И. Гессом (от древнегреческого «кремос» — утёс, гора). Нужно отметить, что способ получения кремния из кварцитов в чистом виде разработан русским учёным Н.Н. Бекетовым.

«Фотоэлектричество» как отрасль науки возникла в 1839 году, когда французский физик Александр Беккерель обнаружил фотоэлектрический эффект. Позднее было показано, что энергия вылетающего с поверхности электрона зависит строго от частоты поступающего излучения и не зависит от интенсивности облучения

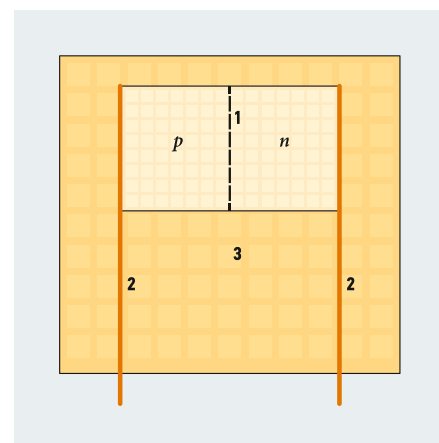


Рис. 1. Первый полупромышленный образец СЭ с p - n -переходом, перпендикулярным рабочей поверхности (1 — p - n -переход; 2 — токовыводы к p - и n -областям; 3 — прозрачный диэлектрик)

Автор: Д.С. СТРЕБКОВ, академик РАН, Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства (ФГБНУ ВИЭСХ)

* По материалам конференции «Возобновляемая и малая энергетика 2015» (подробнее о мероприятии см. журнал С.О.К. №7/2015, стр. 68, или на сайте www.c-o-k.ru).

Первые солнечные элементы

Первое описание фотоэлектрического эффекта в $p-n$ -переходе в кристалле кремния относится к 1941 году. У первых солнечных элементов (СЭ) плоскость $p-n$ -перехода была перпендикулярна рабочей поверхности, а $p-n$ -переходы изготавливались в процессе выращивания монокристаллов. Чувствительность элемента составляла 10 мА/лм при освещении лампой накаливания с цветовой температурой 2900 К (Расселль Оль, патент США №2402662).

В 1952 году был разработан полупромышленный образец СЭ с $p-n$ -переходом, перпендикулярным рабочей поверхности. Монокристалл германия с $p-n$ -переходом помещался в герметичный корпус из прозрачного пластика с размером $6 \times 4,5 \times 2,25$ мм (рис. 1). Фототок элемента составлял 30 мА/лм при освещении лампой накаливания с цветовой температурой 2400 К [3].

Быстрое развитие фотоэлектрического метода преобразования энергии связано с планарной конструкцией СЭ, в которой $p-n$ -переход расположен параллельно рабочей поверхности (рис. 2). Интерес к этой конструкции появился после того, как в 1954 году Пирсон с сотрудниками из компании Bell обнаружил, что кремниевые СЭ с $p-n$ -переходом, параллельным рабочей поверхности, имеют в пять раз больший КПД (около 5%), чем ранее рассмотренная конструкция СЭ с вертикальным $p-n$ -переходом.

То есть современный солнечный элемент был создан спустя 115 лет после открытия фотоэлектрического эффекта [3].

В СССР первые работы по созданию фотоэлектрических преобразователей проводились в Физико-техническом институте Академии Наук (город Ленинград). Руководил этими работами академик А. Ф. Иоффе.

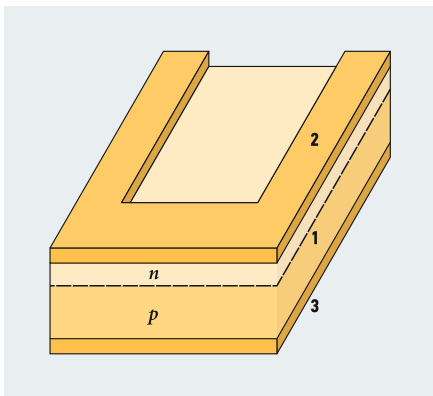


Рис. 2. Конструкция планарного СЭ с $p-n$ -переходом, параллельным рабочей поверхности (1 — $p-n$ -переход; 2 — контакт к легированному слою; 3 — контакт к базовой области)



В 1938 году два его аспиранта (Ю. Маслоковец и Б. Коломиец) создали первый фотоэлемент. КПД получаемых тогда сернисто-таллиевых элементов не превышал 1%. Академик А. Ф. Иоффе, бессменный руководитель института, ученик знаменитого немецкого физика Вильгельма Конрада Рёнтгена, сразу же осознал значение полученных результатов. Уже тогда он предложил разработать государственную программу по «выстиланию» такими фотоэлементами крыш зданий. Тогда это предложение смотрелось как утопия и поддержки не получило. Однако сегодня мы знаем об успешной реализации в разных странах проектов под названием «1000 солнечных крыш» (Германия), «70000 солнечных крыш» (Япония), «Миллион крыш» (США) и т.д. [1, 3].

В 1938 году в Физико-техническом институте Академии Наук два аспиранта академика А. Ф. Иоффе (Ю. Маслоковец и Б. Коломиец) создали первый фотоэлемент. КПД получаемых тогда сернисто-таллиевых элементов не превышал 1%

Космическая солнечная энергетика

С 1955 года работы по разработке и выпуску фотоэлектрических преобразователей в СССР получили интенсивное развитие во Всесоюзном научно-исследовательском институте источников тока (ВНИИТ, город Москва), который решал задачи по обеспечению энергией всех космических объектов, запускаемых в Советском Союзе [4]. Здесь необходимо отметить огромную роль в раз-

витии этого направления науки и техники в СССР Н. С. Лидоренко (1916–2009), д.т.н., профессора, члена-корреспондента Академии Наук СССР (впоследствии Российской Академии Наук, РАН). Его имя неразрывно связано с развитием советской космической фотоэнергетики, равно как и с развитием ВНИИТ, позднее переименованного в НПО «Квант», где он работал с 1950 по 1986 годы в должности генерального директора и главного конструктора.

В 1958 году солнечные батареи на кремниевых фотоэлементах впервые были установлены на третьем советском спутнике (а также и на американском спутнике «Авангард»). С тех пор солнечные элементы стали основным источником энергии на всех космических аппаратах на околоземной орбите [3, 4].

Шестидесятые годы были годами стремительного развития солнечной фотоэлектрической энергетики для нужд космонавтики. Во ВНИИТ использовали разработки академика РАН Г. Г. Девятовых по особо чистым моносиланам для получения эпитаксиальных плёночных солнечных элементов на подложках из кремния (к.т.н. Г. А. Четверикова, д.т.н. П. А. Арсеньев), а также аморфных и поликристаллических солнечных элементов на фольге из молибдена, ниобия, подложках из графита и керамики. В 1965 году была создана многокамерная установка непрерывного перемещения молибденовой фольги с рулона на рулон с резистивным подогревом и непрерывным осаждением тонких плёнок и $p-i-n$ -структур из аморфного кремния для солнечных элементов. Ввиду низкого КПД (2–3%) эти работы не получили дальнейшего развития.

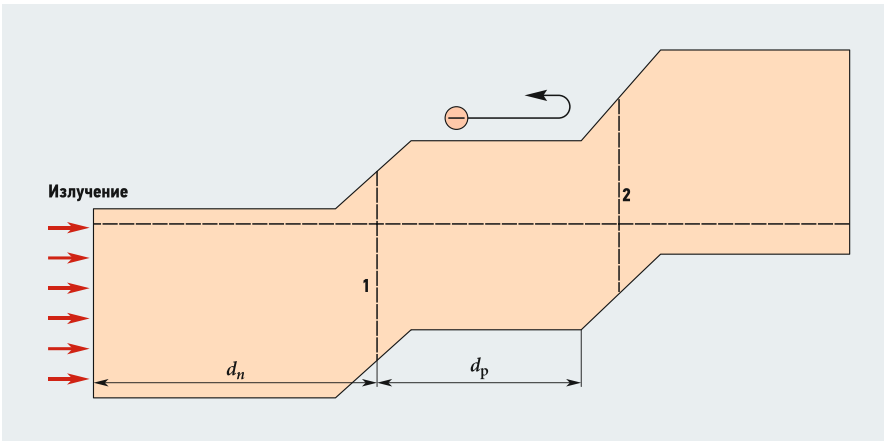


Рис. 3. Энергетическая диаграмма СЭ из германия с тонкой базой ($d_p \approx L_n$) и высокой спектральной чувствительностью в инфракрасной области (1 — p-n-переход; 2 — изотипный p-p⁺-переход; d_n — толщина легированного слоя)

Обычный планарный солнечный элемент освещается с рабочей плоской стороны, солнечный элемент с вертикальными переходами можно представить как множество скоммутированных в одной плоскости планарных солнечных элементов, освещаемых с торца параллельно плоскости p-n-перехода. Конечно, сразу возникает идея направить солнечное излучение на тыльную поверхность солнечного элемента и обеспечить его работу при освещении с двух или четырёх сторон. Так, в 1970 году были созданы двухсторонние солнечные элементы с n⁺-p-p⁺-структурой, которые на низкоорбитальных спутниках увеличивали мощность на 30% за счёт отражённого от Земли солнечного излучения.

Для повышения КПД были предложены каскадные конструкции СЭ из полупроводников с различной шириной запрещённой зоны и тонкий СЭ с тыльным барьером, созданным с помощью гетероперехода или изотипного перехода в базе (рис. 3). В первом случае КПД увеличивается за счёт более полного использования спектра излучения, во втором случае — за счёт уменьшения рекомбинации на контакте к базе и увеличения коэффициента сбора.

Прогресс в технологии СЭ был достигнут за счёт совершенствования способа выращивания более чистых монокристаллов и применения диффузионных и ионных методов получения p-n-перехода. КПД современных СЭ из кремния составляет 14–24%. На рис. 4 представлены спектральные и вольтамперные характеристики СЭ из кремния и арсенида галлия. Из характеристик видно, что СЭ имеют низкую ЭДС (0,6–0,9 В) и низкий коэффициент сбора носителей заряда у края основной полосы поглощения (не более 0,1–0,25).

Работы по созданию новых конструкций и технологий солнечных элементов продвигались очень быстро благодаря поддержке члена-корреспондента РАН Н.С. Лидоренко, д.т.н. С.Н. Рябикова, д.т.н. А.П. Ландсмана, к.т.н. А.К. Зайцевой. Была использована технология ионного легирования (к.т.н. В.В. Заддэ) и установки ионной имплантации ИЛУ-3, ИЛУ-4, созданные в Институте атомной энергии имени И.В. Курчатова.

Большой вклад в развитие планарных СЭ из кремния в 1950–1980 годах внесли российские учёные В.С. Вавилов, А.П. Ландсман, А.М. Васильев, Н.М. Бордина, В.К. Субашиев, А.К. Зайцева, А.Я. Глиberman, В.В. Заддэ, С.М. Рывкин, Г.М. Галкин, М.М. Колтун, В.М. Ев-

докимов, Ю.Д. Арбузов, Г.С. Далецкий, Н.Н. Гибадулин, В.М. Кузнецов, А.И. Козлов, В.И. Летин и др. [4–6].

Низкая ЭДС при небольшой плотности тока до 35 мА/см², соответствующей стандартной интенсивности солнечного излучения 0,1 Вт/см², не является существенным недостатком при общем на-

Обычный планарный солнечный элемент освещается с рабочей плоской стороны, солнечный элемент с вертикальными переходами можно представить как множество скоммутированных в одной плоскости планарных солнечных элементов, освещаемых с торца параллельно плоскости p-n-перехода

пряжении солнечной батареи до 20–30 В, поскольку коммутационные потери при такой плотности тока незначительны. Однако при напряжении выше 100 В низкая ЭДС солнечного элемента является серьёзным недостатком, ухудшающим эксплуатационные характеристики энергетических установок из-за низкой надёжности последовательной коммутации большого числа элементов.

В 1967 году авторами была предложена конструкция высоковольтного матричного СЭ с p-n-переходами, перпендикулярными рабочей поверхности. Эта

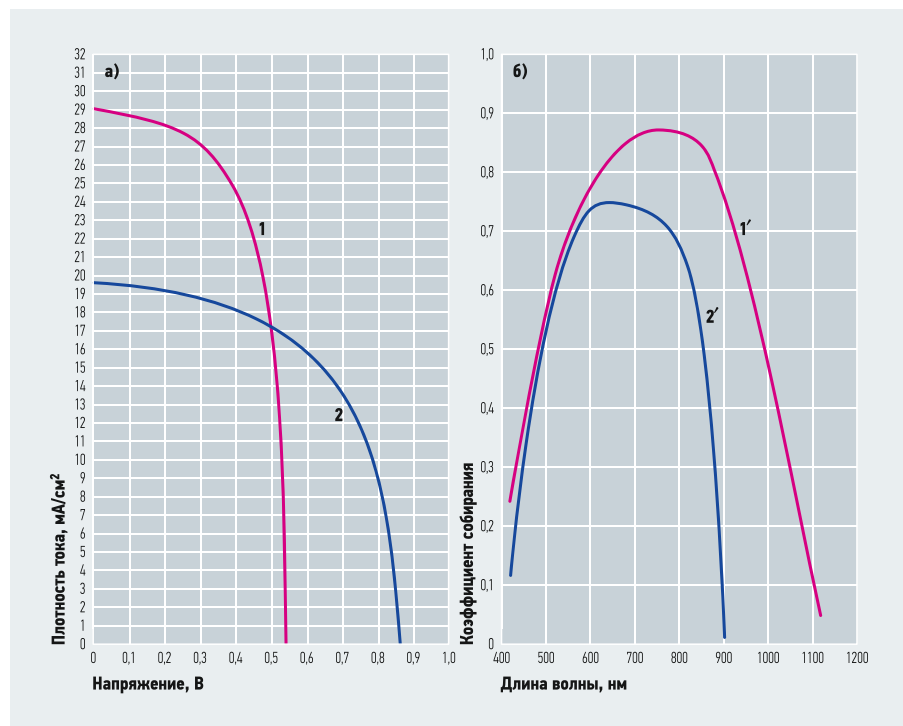


Рис. 4. Вольтамперные (а) и спектральные (б) характеристики серийных СЭ из кремния и арсенида галлия (1971 год)



•• Рис. 5. В.А. Унишков (к.т.н., ВНИИТ) проводит испытания модуля солнечной энергетической установки «Фотовольт К-20» с пятью МСЭ электрической мощностью 10 Вт (журнал «Изобретатель и рационализатор», №9/1970)



•• Рис. 6. Б.А. Ершов, инженер ВНИИТ, с самым первым образцом матричного солнечного элемента площадью 40 см² (1968 год)

конструкция имеет преимущества перед планерными СЭ, поскольку линейные размеры микроэлементов могут быть сколь угодно малы. Сопротивление растекания также отсутствует, так как $p-n$ -переход закрыт сплошным металлическим контактом. Легко заметить, что каждый микроэлемент с $p-n$ -переходом в этой конструкции полностью аналогичен по своему устройству первому СЭ (рис. 1). В 1967 году во ВНИИТ был проведён расчёт КПД этой конструкции и исследованы её основные характеристики. Независимо от нас технология и изготовление высоковольтного СЭ были разработаны в США. В 1969 году появилась работа, в которой описан способ изготовления высоковольтных СЭ путём спайки пластин с $p-n$ -переходами в столбик с последующей резкой столбика на матрицы, и приведена конструкция получаемого этим способом высоковольтного СЭ с $p-n$ -переходами, перпендикулярными рабочей поверхности.

Анализ конструкций СЭ показывает, что они могут иметь самую разнообраз-

ную конфигурацию $p-n$ -переходов, причём для увеличения коэффициента собирания необходимо увеличивать число граней с $p-n$ -переходами и уменьшать их линейные размеры. Уменьшение линейных размеров усложняет технологию изготовления и сборки солнечных элементов, поэтому необходим групповой метод изготовления, при котором все микроэлементы одновременно проходят полный технологический цикл обработки и контроля параметров.

Наиболее просто такая технология реализуется для известных планарных матриц, которые изготавливаются методом фотолитографии, и для матричных СЭ с $p-n$ -переходами, перпендикулярными рабочей поверхности.

В 1967–1971 годах были созданы солнечные элементы из монокристаллического кремния с вертикальными $p-n$ -переходами и на их основе возник новый класс матричных многопереходных солнечных элементов, на которые ВНИИТ во главе с Н.С. Лидоренко получил 14 патентов в США, Великобритании, Японии,

Германии, Франции и других странах. Отличительной чертой Н.С. Лидоренко было умение быстро оценивать перспективы развития новых направлений и технологий [6].

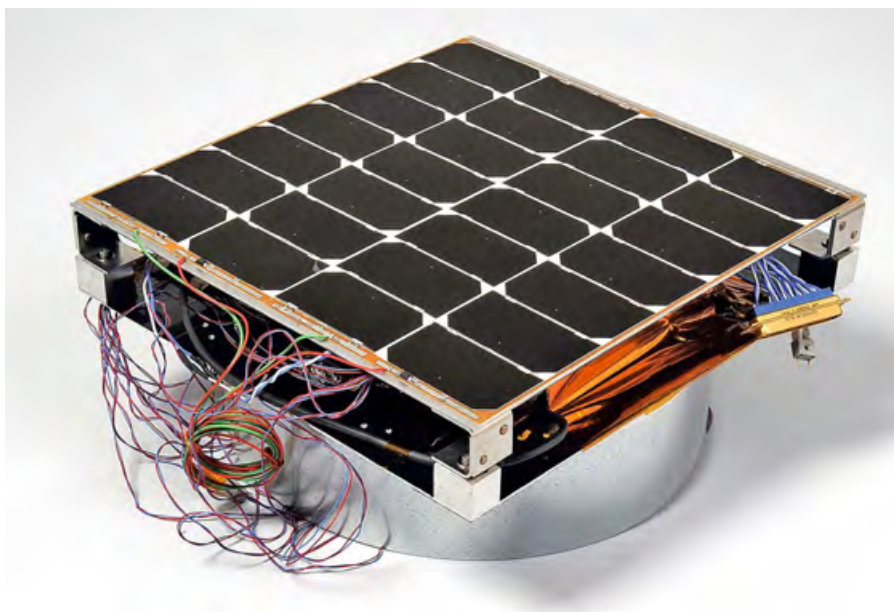
Дальнейшие исследования показали, что матричные солнечные элементы с последовательной коммутацией микроэлементов с вертикальными $p-n$ -переходами имеют плотность напряжения 10–100 В/см² рабочей поверхности и обладают линейными зависимостями тока и мощности в любом возможном диапазоне мощности оптического излучения, который ограничен сверху испарением кремния при сверхмощных импульсах излучения. Этот предел соответствует освещённости 10 кВт/см² (100 тыс. «солнц»), а полученная при этом электрическая мощность составила 3,6 кВт/см² при КПД 36%. Это было сделано в 1985 году, и никто не смог повторить эти показатели до сих пор.

Анализ конструкций СЭ показывает, что они могут иметь самую разнообразную конфигурацию $p-n$ -переходов, причём для увеличения коэффициента собирания необходимо увеличивать число граней с $p-n$ -переходами и уменьшать их линейные размеры. Уменьшение линейных размеров усложняет технологию изготовления и сборки СЭ

На рис. 5–6 приведены выдержки из опубликованной в 1970 году в журнале «Изобретатель и рационализатор» статьи «Фотовольт — изобретение глобальных последствий». Внешнеторговое объединение «Лицензинторг» реализовало опционное соглашение с японской фирмой Sharp на \$70 тыс. о передаче технической информации и образцов МСЭ.

Солнечная космическая энергетика в XX веке использовала в основном солнечные батареи из кремния, а в наземной фотоэлектрической энергетике кремний всегда доминировал с долей 85–95%, поэтому представленный обзор посвящён в основном работам по солнечным элементам, модулям и станциям из полупроводникового кремния. Из других полупроводниковых материалов необходимо отметить каскадные гетероструктурные солнечные элементы и модули на основе полупроводников $A_{III}B_{V}$ с рекордным КПД в лаборатории на уровне 42–44% и в промышленности 30%, достигнутыми в XXI веке.





Д.И. Наследов (1903–1975) разработал технологию роста монокристаллов GaAs, InAs и солнечных элементов на их основе. В 1970 году в Физико-техническом институте имени А.Ф. Иоффе был создан фотоэлемент на основе арсенида галлия, который имел высокий КПД. Здесь под руководством Ж.И. Алфёрова и В.М. Андреева сформировался коллектив талантливых учёных, плодотворно работающих в области получения и исследования полупроводниковых многослойных гетероструктур. В дальнейшем Ж.И. Алфёровым, академиком РАН, лауреатом Нобелевской премии, была создана научная школа и сформировано новое направление, связанное с созданием теории и практики получения, исследования и применения в различных отраслях науки и техники многослойных, так называемых «каскадных» структур на основе соединений A_{III}B_V. Эти устройства нашли широкое применение в различных отраслях науки и техники. Одна из таких отраслей — фотоэнергетика, где эти структуры открывают широкие возможности для существенного повышения КПД фотоэлементов за счёт более полного использования всего спектра солнечного излучения и повышения эффективности работы солнечных элементов при использовании концентрированного солнечного излучения (за счёт концентраторов солнечной радиации). Профессор В.Д. Румянцев из ФТИ имени А.Ф. Иоффе разработал термоэлектрический преобразователь на основе узкозонного полупроводника GaSb.

Научные разработки ФТИ имени А.Ф. Иоффе во ВНИИТ внедрялись д.т.н., профессором М.Б. Каганом, к.т.н. Б.А. Холевым на СБ из арсенида галлия для изделия «Луноход» и на ряде космических аппаратов, включая космическую станцию «Мир».

Наземная солнечная энергетика

С 1964 года начали развиваться работы по наземному применению кремниевых солнечных элементов. В 1967 году была испытана первая в мире солнечная фотоэлектрическая установка с концентраторами мощностью 250 Вт для подъёма воды в Каракумах (д.т.н. Б.В. Тарнижевский) [7]. Была разработана упрощённая технология изготовления наземных солнечных элементов (к.т.н. В.В. Заддэ, Т.И. Сурьянинова). Предложены новые модели солнечных элементов с предельным КПД до 93%, разработаны основы теории и физические принципы работы с СЭ в условиях сильного освещения (д.ф.-м.н. В.М. Евдокимов, к.ф.-м.н. А.Ф. Милованов, к.ф.-м.н. Ю.Д. Арбузов). Созданы филиалы НПО «Квант» в Ереване (к.т.н. А.В. Варганян) и Ашхабаде (к.ф.-м.н. Б.А. Базаров). В 1986 году создана солнечная электростанция мощностью 10 кВт с параболическими концентраторами в посёлке Бикрова около Ашхабада (к.т.н. С.Н. Трушевский, к.ф.-м.н. Б.А. Базаров), солнечная установка с концентраторами на основе фоконов во Владикавказе (к.ф.-м.н. А.Б. Пиннов, к.т.н. Э.В. Тверьянович), солнечная станция с линзами Френеля мощностью 1 кВт в Ташкенте (к.ф.-м.н. А.И. Кулагин,

В 1990 году при поддержке директора Фраунгоферовского института солнечной энергии профессора А. Гетцербергера, председателя германской секции Международного общества солнечной энергии (ISES), была создана российская секция (ISES-Russia), секретариат которой до настоящего времени размещается в ВИЭСХ [9]

к.т.н. Э.В. Тверьянович), солнечная печь с гелиостатом в Ереване (к.т.н. А.В. Варганян, к.т.н. Э.В. Тверьянович) [8]. На солнечной печи в Ашхабаде были разработаны основы технологии легирования пластин кремния для получения солнечных элементов (к.ф.-м.н. М.Н. Остроушенко). В Ереване был создан новый класс голографических концентраторов солнечной энергии (к.т.н. В.В. Афан). Разработана технология герметизации солнечных элементов в стеклянных трубках, заполненных водородом (к.т.н. Н.В. Пульманов, к.т.н. В.Н. Потапов). Созданы новые типы высоковольтных солнечных элементов из германия (к.т.н. Г.Н. Федосова), карбида кремния (к.т.н. В.А. Тихомирова) и термофотогенераторов (к.т.н. В.А. Унишков, В.И. Поляков, к.т.н. А.А. Дормидонтов, к.т.н. В.М. Жучков, к.т.н. В.Н. Майоров, к.т.н. Л.Л. Журавлёва).

В 1987–1988 годах в ВИЭСХ перешла работать большая группа учёных из НПО «Квант». Были созданы филиалы ВИЭСХ с основными направлениями работ: в городе Чарджоу (Туркмения) — по солнечным установкам для пастбищного животноводства (к.т.н. Г. Курбанов), в Ташкенте (Узбекистан) — по солнечному опреснению воды (к.т.н. К.Д. Потапенко), в Армении — по использованию солнечной энергии в горных условиях, в городе Улан-Удэ — по использованию солнечных энергетических технологий в Восточно-Сибирском регионе (д.т.н. В.Т. Тайсаева).

Были проведены совместные работы с Московским архитектурным институтом по созданию опорных пространственных конструкций солнечных батарей (к.т.н. В.Н. Потапов, к.арх. В.Г. Никифоров), по классификации солнечных электростанций (к.арх. В.В. Дубовицкий).

В ВИЭСХ научная школа по использованию солнечной энергии в сельском хозяйстве началась с работ д.т.н. А.В. Дёмкина — по солнечной сушке сена, к.т.н. В.П. Муругова, к.т.н. А.Т. Беленова, д.т.н. В.М. Усаковского, Г.Н. Метлова — по солнечным водоподъёмным установкам. В 1980-е годы эти исследования получили дальнейшее развитие. Была создана солнечная батарея «Фрегат» для дождевальных машин (к.т.н. Б.Я. Родичев), солнечная батарея для электроизгородей. В 1989 году началось производство солнечных элементов и модулей в ЦОПКБ ВИЭСХ (к.т.н. В.В. Заддэ, к.т.н. А.З. Шавернев, В.Н. Пузаков). В 1990 году это производство было передано в ВИЭСХ (А.И. Антоненко, В.И. Поляков, Ю.К. Кидяшев). Развивались исследования по использованию низкопотенциальный

энергии Солнца и ветра (к.т.н. Н.Д. Абрамов, к.т.н. В.П. Харитонов), по солнечным коллекторам из пластмассы и с использованием стеклянных линз Френеля (к.т.н. С.Н. Трушевский), по солнечным коллекторам с вакуумными стеклопакетами (к.т.н. И.В. Митина).

Были разработаны новые технологии изготовления высокоэффективных солнечных элементов большой площади (100 см²) и двухсторонних солнечных элементов (к.т.н. В.В. Заддэ, к.т.н. И.П. Старшинов, В.И. Поляков, к.т.н. В.С. Вершинин, к.т.н. О.В. Шеповалова), плоских солнечных модулей со сроком службы 20–25 лет (Ю.К. Кидяшев, О.Ю. Берестнев), солнечных модулей с увеличенным до 40 лет сроком службы (к.т.н. В.Н. Потапов, к.т.н. И.С. Персиц), бесполимерной герметизации солнечных модулей (к.т.н. В.В. Заддэ, А.С. Нога). Разработаны основы теории солнечных концентраторов с жалюзийными гелиостатами (д.т.н. Д.И. Тепляков, к.т.н. Э.В. Тверьянович, академик РАН Д.С. Стребков, к.т.н. Е.Г. Базарова). Продолжились работы по созданию новых технологий и конструкций высоковольт-

ных солнечных элементов с вертикальными *p-n*-переходами (к.т.н. В.В. Заддэ, к.т.н. И.И. Тюхов, В.В. Симакин, В.И. Поляков, к.т.н. О.В. Шеповалова), многослойных солнечных элементов (д.ф.-м.н. В.М. Евдокимов, к.ф.-м.н. Ю.Д. Арбузов, к.т.н. Б.А. Никитин).

Проведены исследования по созданию новых бесхлорных технологий получения солнечного кремния (к.т.н. В.В. Заддэ, к.т.н. Е.Н. Белов, к.т.н. Б.А. Никитин), новых типов солнечных концентраторов (к.т.н. Э.В. Тверьянович, к.т.н. С.Н. Кивалов), современных методов проектирования и расчета солнечных энергоустановок (к.т.н. В.П. Тарасов, к.т.н. А.Е. Иродионов). Созданы гибридные ветрофотоэлектрические установки электрической мощностью 300–1000 Вт (к.т.н. А.К. Сокольский, С.А. Болотов), солнечные фотоэлектрические установки для пастбищ (к.т.н. Р.А. Алиев).

В 1990 году при поддержке директора Фраунгоферовского института солнечной энергии (ISE, город Фрайбург) профессора А. Гетцбергерера, председателя германской секции Международного общества солнечной энергии (ISES), была

создана российская секция (ISES-Russia), секретариат которой до настоящего времени размещается в ВИЭСХ [9].

В 1997 году при поддержке директора департамента ЮНЕСКО профессора Б.М. Берковского и генерального директора ЮНЕСКО Фредерика Майора в ВИЭСХ была создана международная кафедра ЮНЕСКО «Возобновляемая энергетика и сельская электрификация». В 2006 году решением Европейского бюро ЮНЕСКО ВИЭСХ был определен головной организацией по образованию в области солнечной энергии в Европейской сети по образованию в области возобновляемой энергетике (Euronetres).

В 2003 году созданы солнечные фотоэлектрические модули со стационарными концентраторами (д.т.н. П.П. Безруких, к.т.н. Э.В. Тверьянович, А.И. Антоненко, М.В. Ерхов, к.т.н. А.Е. Иродионов, к.т.н. Б.Д. Мамедсахатов, к.т.н. Б.И. Содномов, к.т.н. П.П. Литвинов). Существенное влияние на развитие солнечной энергетике в России оказали работы д.т.н. П.П. Безруких, д.ф.-м.н. В.М. Евдокимова, к.ф.-м.н. Ю.Д. Арбузова и В.Н. Пузакова по определению

aqua THERM

BAKU

21-24 октября 2015
Баку, Азербайджан, Баку Экспо Центр

8-я Международная Выставка «Отопление, Вентиляция, Кондиционирование, Водоснабжение, Сантехника, Технологии по Охране Окружающей Среды, Бассейны и Возобновляемая Энергия»

AQUA-THERM BAKU
Совместно с

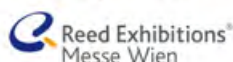
BakuBuild 



www.aquatherm.az

 www.facebook.com/AquaThermBaku

Разработано



Организаторы



Тел.: +994 12 404 1000
Факс: +994 12 404 1001
E-mail: aquatherm@iteca.az

потенциалов возобновляемых источников энергии и созданию каталога оборудования по возобновляемой энергетике, выпускаемого российскими предприятиями. В 2000 году издан тематический сборник научных трудов ВИЭСХ «Возобновляемая энергетика для сельского хозяйства» (том 87), в 2005 году — монография П.П. Безруких, Д.С. Стребкова «Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии», в 2007 году монография Д.С. Стребкова, Э.В. Тверьяновича «Концентраторы солнечного излучения». По контракту с Европейским бюро ЮНЕСКО подготовлена и издана монография Ю.Д. Арбузова, В.М. Евдокимова «Основы фотоэлектричества» на русском и английском языке. В 2015 году к 85-летию юбилею института ВИЭСХ выпустил шестое издание каталога инновационных и инвестиционных проектов, включающего 20 проектов по солнечной энергетике.

В 2003–2005 годах в ВИЭСХ была предложена глобальная солнечная энергетическая система с круглосуточным и круглогодичным производством электрической энергии. Компьютерное моделирование системы проведено к.т.н. А.Е. Иродионовым и к.т.н. Е.Г. Базаровой. Для передачи тераваттных потоков электрической мощности в солнечной энергосистеме и для местных энергосистем в ГНУ ВИЭСХ разработаны резонансные методы передачи электрической энергии, которые продолжают работы Никола Тесла.

В 2009 году Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам отобрала из 42 тыс. изобретений РФ и включила в перечень 100 лучших изобретений патент на полупроводниковый фотоэлектрический генератор. Создано новое поколение матричных солнечных элементов с КПД преобразования концентрированного солнечного излучения 24–28 %.

Большой вклад в технологию создания и исследования характеристик нового поколения МСЭ, кроме авторов патента академика РАН Д.С. Стребкова, к.т.н. В.В. Заддэ, к.т.н. О.В. Шеповаловой, внесли бывшие сотрудники НПО «Квант», работающие в ВИЭСХ: В.И. Поляков, к.ф.-м.н. В.С. Вершинин, к.т.н. Б.А. Никитин, д.ф.-м.н. В.М. Евдокимов, к.ф.-м.н. Ю.Д. Арбузов, к.ф.-м.н. Л.Д. Сагинов, к.т.н. И.С. Персиц, к.т.н. Э.В. Тверьянович, к.т.н. В.Н. Майоров, к.т.н. В.А. Панченко.

Современные технологии полупроводниковой электроники и нанотехнологии открывают новые перспективы развития и создания в ближайшие годы



кремниевых солнечных элементов с КПД до 30 % при преобразовании концентрированного солнечного излучения.

Российские учёные занимали ведущие позиции в создании технологий солнечной энергетике. В XXI веке были разработаны не имеющие аналогов в мире технологии матричных солнечных элементов из кремния с КПД = 24–28 % при преобразовании концентрированного излучения, методы удвоения срока службы солнечных модулей, предложен супер-

проект по созданию глобальной солнечной энергосистемы с круглосуточным производством электроэнергии. В табл. 1 представлены основные этапы развития фотоэлектрической энергетики в России. После ухода Н.С. Лидоренко с поста генерального директора НПО «Квант» в 1986 году и перехода автора директором ГНУ ВИЭСХ в 1987 году мы продолжали встречаться по несколько раз в год в НПО «Квант» и в ГНУ ВИЭСХ. Н.С. Лидоренко и С.В. Рябиков работали в диссертационном докторском Совете ГНУ ВИЭСХ по специальности 05.14.08 «Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии». Обсуждались планы новых работ, новые научные идеи, перспективы развития новых видов техники. До последних дней Н.С. Лидоренко был активен, продолжал сотрудничество с многочисленным отрядом своих учеников и сподвижников, оказывал поддержку молодым учёным, работающим в самых разных организациях. Последняя встреча состоялась 26 ноября 2008 году в кабинете Н.С. Лидоренко в НПП «Квант» (рис. 7).

Развитие фотоэлектрической энергетики в России

табл. 1

Год	Ключевые достижения
1958	Запущен первый спутник с солнечными батареями
1964	В пустыне Кара-Кумы недалеко от Ашхабада в Туркмении была опробована солнечная автономная СЭС с концентраторами мощностью 0,25 кВт для подъёма воды
1967	Разработан новый класс фотопреобразователей — многопереходные и высоковольтные солнечные элементы из кремния
1970	Технология ионной имплантации используется в производстве солнечных элементов
1970	Разработана технология солнечных элементов с двусторонней рабочей поверхностью
1975	Прошли испытания солнечной батареи площадью 1 м ² и напряжением 32 кВ для питания ионно-плазменного двигателя
1975	Разработана технология солнечных элементов на основе GaAlAs-GaAs (в 1981 году они были использованы в лунной космической программе)
1980	Разработана технология многопереходных солнечных элементов на основе GaAlAs-GaAs
1984	В Ашхабаде установлена сетевая СЭС мощностью 10 кВт с параболическими концентраторами
1985	При преобразовании лазерного излучения солнечными элементами достигнут КПД в 36 % и удельная электрическая мощность 3,6 кВт/см ²
1987	Разработана технология очистки металлургического кремния для солнечных элементов
1989	В Краснодарском крае построена «солнечная» деревня мощностью 40 кВт
1989	Разработана специальная технология производства солнечных элементов наземного применения
1993	Достигнут КПД в 30 % для каскадных солнечных элементов на основе GaAlAs-GaAs гетероструктуры на германиевой подложке. Разработаны новые классы голографических, призматических, параболических концентраторов и оптических систем на их основе
1999	Разработана низкотемпературная бесхлорная технология получения солнечного кремния
2001	Испытана резонансная система передачи электроэнергии (20 кВт, 10 кВ)
2003	Создан солнечный фотоэлектрический тепловой модуль с вакуумным стеклопакетом
2004	Предложена глобальная солнечная энергетическая система с круглогодичной выработкой электроэнергии 24 часа в сутки
2005	Разработаны стационарные концентраторы с концентрацией 4–10
2006	Освоена технология солнечных модулей со сроком службы 40–50 лет
2007	Разработаны многослойные планарные СЭ из кремния
2008	Разработаны матричные солнечные элементы третьего поколения с КПД = 24–28 % при преобразовании концентрированного излучения
2014	Освоено производство трёхкаскадных гетероструктурных СЭ с КПД = 30 %



•• Рис. 7. Руководители работ в области создания матричных солнечных элементов в 1972–1987 годах (слева направо): Д. С. Стребков, д.т.н., профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, заместитель главного конструктора, начальник экспериментально-технологического подразделения НПО «Квант»; Н. С. Лидоренко, д.т.н., профессор, член-корреспондент РАН, лауреат Ленинской и Государственной премий, Герой Социалистического Труда, генеральный директор, главный конструктор НПО «Квант»; С. В. Рябиков, д.т.н., профессор, академик РАЕН, лауреат Ленинской премии, заместитель генерального директора НПО «Квант»; В. М. Евдокимов, д.ф.-м.н., профессор, академик РАЕН, начальник теоретического подразделения НПО «Квант» (фотография сделана д.т.н., профессором А. В. Чувпило в кабинете Н. С. Лидоренко, 26.11.2008)

Заключение

30 апреля 2015 года в ВИЭСХ пришло коммерческое предложение из Китая на поставку кремниевых солнечных элементов 156×156 мм по цене в зависимости от КПД 0,28–0,32 \$/Вт и солнечных модулей из кремния электрической мощностью 30–250 Вт по цене 0,38–0,43 \$/Вт. Цены в Европе и США в полтора-два раза выше. В 1960 году, когда автор этих строк пришёл во ВНИИТ, солнечные космические батареи стоили 1000 \$/Вт. Таким образом, цена солнечных модулей за 55 лет снизилась в 2500 раз.

Современная цена 100-киловаттного инвертора в Китае составляет \$7000, а одноосной следящей системы — 150 \$/кВт. При цене домашнего аккумулятора в \$3000 все дома в мире смогут перейти на автономное солнечное электроснабжение с ценой на электроэнергию менее 0,1 \$/кВт·ч, при этом существующие электрические сети будут сохранены для поставки излишков солнечного электричества в энергосистему и в качестве дублёра при длительной ненастной погоде.

В 2014 году Международное энергетическое агентство (МЭА) опубликовало технологическую дорожную карту «Солнечная фотоэлектрическая энергетика» (издание 2014 года). Установленная мощность фотоэлектрических станций в мире достигнет в 2020 году 400–500 ГВт, в 2050 году — 4,6 ТВт, производство солнечного электричества составит 6300 ТВт·ч. Солнечные фотоэлектрические станции будут обеспечивать 16%, а солнечные тепловые станции — 10%

мирового производства электроэнергии 400 тыс. ТВт·ч в 2050 году (данные интернет-ресурса www.ieg.org).

При мировом потреблении электроэнергии 20 тыс. ТВт·ч в год и доли солнечной энергетике 87,5% необходимая общая установленная мощность СЭС составит 7 ТВт с годовой выработкой электроэнергии 2500 кВт·ч/кВт. При сроке службы СЭС 50 лет годовое производство СЭС должно составить 140 ГВт/год, что может быть достигнуто к 2030 году.

Современная цена 100-киловаттного инвертора в Китае составляет \$7000, а одноосной следящей системы — 150 \$/кВт. При цене домашнего аккумулятора в \$3000 все дома в мире смогут перейти на автономное солнечное электроснабжение с ценой менее 0,1 \$/кВт·ч, при этом существующие электрические сети будут сохранены для поставки излишков солнечного электричества в энергосистему и в качестве дублёра при длительной ненастной погоде

Таким образом, XXI век на наших глазах становится веком солнечной энергии, но история человечества сохранит память об учёных и инженерах, которые заложили физические и технологические основы развития солнечной фотоэлектрической энергетике в России.

Выводы

1. В статье были рассмотрены этапы развития солнечной фотоэлектрической энергетике в России с 1958 по 2015 годы, включая создание солнечных элементов, космических солнечных батарей, наземную фотоэлектрическую энергетике. Показана ведущая роль российских учёных в развитии кремниевой технологии солнечных элементов и модулей. Первая в мире солнечная водоподъёмная установка для подъёма воды на пастбища была разработана и испытана в пустыне Каракумы в Туркменистане в 1967 году. В России были разработаны не имеющие аналогов в мире технологии матричных солнечных элементов из кремния с коэффициентом полезного действия, равным 24–28% при преобразовании концентрированного излучения, новые типы солнечных концентраторов, методы удвоения срока службы солнечных модулей, а также предложен супер-проект по созданию глобальной солнечной энергосистемы с круглосуточным производством электроэнергии.

2. Российские учёные из НПО «Квант» первыми в мире разработали и испытали на космических аппаратах двусторонние солнечные батареи, высоковольтные солнечные модули, солнечные батареи из арсенида галлия, рулонные солнечные батареи.

3. В области теории предложены новые модели солнечных элементов, определён предельный термодинамический коэффициент полезного действия фотоэлектрического преобразования солнечной энергии, исследованы характеристики солнечных элементов в условиях сильного освещения при работе с концентраторами солнечного излучения. •

1. Поулук В., Либра М., Стребков Д.С., Харченко В. Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии. Теория и практика использования солнечной энергии. — Москва-Прага: Изд-во ГНУ ВИЭСХ, 2013.
2. Виссарионов В.И. и др. Солнечная энергетика: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МЭИ, 2008.
3. Solar Electricity. Edited by Tomas Marvart. University of Southampton. UK. Published in 1994 by John Wiley and Sons Ltd.
4. Васильев А.М., Ландсман А.П. Полупроводниковые фотопреобразователи. — М.: Советское радио, 1971.
5. Арбузов Ю.Д., Евдокимов В.М. Основы фотоэлектричества. — М.: Изд-во ГНУ ВИЭСХ, 2007.
6. Стребков Д.С. Матричные солнечные элементы: Изд 2-е. — М.: Изд-во ГНУ ВИЭСХ, 2010.
7. Стребков Д.С., Пенджиев А.М., Мамедсахатов Б.Д. Использование солнечной энергии в Туркменистане. — М.: Изд-во ГНУ ВИЭСХ, 2012.
8. Стребков Д.С., Тврьянович Э.В. Концентраторы солнечного излучения. — М.: Изд-во ГНУ ВИЭСХ, 2007.
9. Strebkov D.S., Tukhov I.I. The Fifty-Year History of the International Solar Energy Society and its National Sections. Vol. 1. Published by American Solar Energy Society, Inc. Boulder. Colorado. Ch. 17. Russian Section of International Solar Energy Society.

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ



КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ BOILERS AND BURNERS

6-9 октября 2015 Санкт-Петербург

V Международный Конгресс



Энергосбережение и
энергоэффективность –
динамика развития

ОРГАНИЗАТОР



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

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Конгрессно-выставочный центр «ЭКСПОФОРУМ»,
Петербургское шоссе, 64/1

Генеральный бизнес-партнер:



Генеральный информационный партнер:



Стратегический информационный партнер:





Для лучшей энергоэффективности...

Термостатические вентили серии "QV" для автоматической гидравлической увязки



Гидравлическая увязка обеспечивает энергоэффективное и комфортное функционирование систем отопления и охлаждения. Оптимальное распределение теплоносителя в системе может быть достигнуто, например, с помощью новейших вентилей Oventrop серии „QV“.

Вентили серии „QV“ – преднастраиваемые термостатические вентили, которые дополнительно поддерживают постоянный перепад давления на вентильной вставке.

Область применения
- системы отопления или охлаждения с замкнутым контуром и принудительной циркуляцией.

Основные характеристики
- DN 10-20, PN 10
- рабочая температура от 2 до 90 °C
- резьбовое соединение M 30 x 1,5

Технические достоинства

- автоматическая гидравлическая увязка
- вентильная вставка подходит для всех видов корпусов термостатических вентилей Oventrop с присоединением M30x1,5, выпускаемых с 1999 года (исключение: серия M и AZH)
- вентильную вставку можно заменить с помощью инструмента „Demo-Bloc“ без слива системы
- идеален для дооснащения или реконструкции существующих систем
- широкий диапазон регулирования перепада давления (макс. 1,5 бар)
- бесшумный в работе, даже при высоких перепадах давления
- точная шкала преднастройки в л/ч
- независимый от перепада давления принцип действия
- хорошо считываемые значения преднастройки

- 1 Вентиль „QV“, вентильная вставка и настроечный ключ
- 2 Вентиль „QV“ в разрезе
- 3 Инструмент „Demo Bloc“

1



2



3

Представительство
КТ "Овентроп ГмбХ и Ко. КГ"
109456 Москва
Рязанский проспект, д. 75, корп. 4
Телефон (495) 984-54-50
Телефакс (495) 984-54-51
E-mail info@oventrop.ru
Internet www.oventrop.ru



**В РОССИИ ОТКРЫТ СКЛАД!
МЫ СТАЛИ БЛИЖЕ К ВАМ.**

**МЫ УПРАВЛЯЕМ
ПОТОКАМИ**



ООО « ФАФ ВАНА САНАЙИ »

Тел: +7 (499) 130-01- 65 (FAF логистик) + 7 (925) 823-72- 63 (FAF офис)
Адрес склада: 115201 г. Москва, ЮАО, 2-й Котляковский переулок, д.1, стр.29, склад 33

moscow@fafvalve.com
www.fafvana.ru