ВИЭ: НА ПУТИ К ПРАГМАТИЗМУ 88
ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ 56–70
ТЕПЛОЗАЩИТА НЕОДНОРОДНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ 52
ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ГОФРИРОВАННЫХ ТРУБ ИЗ ПЭ 28
ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТЕ 78

ISSN 1682-3524

СОК

№4 АПРЕЛЬ 2015

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

САНТЕХНИКА ОТОПЛЕНИЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

e.sybox

DAB WATER•TECHNOLOGY

НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

PREMIUM QUALITY Italy GUARANTEED

На правах рекламы.

Хотите знать больше? Подробности на www.e.sybox.ru

Haier

СЕРИЯ КОНДИЦИОНЕРОВ

LIGHTERA

УПРАВЛЕНИЕ КЛИМАТОМ
В ВАШЕМ ДОМЕ С ПОМОЩЬЮ
СМАРТФОНА ИЛИ ПЛАНШЕТА
НАХОДЯСЬ НА ЗНАЧИТЕЛЬНОМ
РАССТОЯНИИ

WI FI
УПРАВЛЕНИЕ WI-FI

UV
АНТИ-БАКТЕРИАЛЬНАЯ УФ ЛАМПА

O_2
ПРИТОК СВЕЖЕГО ВОЗДУХА

БЕСШУМНАЯ РАБОТА 20 ДБ(А)

haier.com/ru

горячая линия:
8 800 200 17 06

На правах рекламы.

Комфорт вдали от суеты

Это наша работа

Vaillant – лидер в области производства систем отопления и горячего водоснабжения со 140-летней историей.*

Индивидуальные решения Vaillant обеспечат максимальный комфорт там, где Вы пожелаете.

Наше оборудование работает на газе и других видах топлива, включая альтернативные источники энергии.

Вы можете управлять климатом в своём доме через Интернет из любой точки земного шара. **Потому что Vaillant своё дело знает.**

*Отчет BRG Building Solutions, сентябрь 2014, Вайлант Груп, Германия.

Узнать больше о Vaillant www.vaillant.ru

Реклама.

Отопление · Водоснабжение · Новые виды энергии

Vaillant своё дело знает

СОДЕРЖАНИЕ

апрель 2015

Тепловой насос для «пассивного» дома

При строительстве дома практически каждый уважающий себя хозяин руководствуется выражением «мой дом — моя крепость». Однако эта «крепость» далеко не всегда хорошо утеплена. К сожалению, пока лишь считанные проценты от общего количества строящихся в России домов соответствуют стандартам «пассивных», так распространенных в Европе...

66

Финский рынок геотермальных тепловых насосов

Почему авторы решили обратить внимание читателей на Финляндию? Не для того, чтобы в очередной раз сказать, что нельзя сравнивать эти два государства — гигантскую Россию и маленькую Финляндию. Прежде всего, из-за того, что это северные страны со схожими климатическими условиями.

56

Геотермальные установки с тепловыми насосами

Энергосбережение, использование возобновляемых источников энергии и защита окружающей среды, всё это — одни из самых перспективных и важных направлений использования струйных и тепловых насосов. Автором этой статьи были разработаны схемы автономных и многофункциональных установок с подобными насосами.

60

Энергетика на ВИЭ – от энтузиазма к прагматизму

В статье рассматриваются факторы и тенденции развития энергетики на возобновляемых источниках (ВИЭ) начиная с 1980-х годов. Приводятся данные по динамике производственных мощностей, объёмов производства энергии на основе возобновляемых источниках, распределения долей в мировых энергетических мощностях и генерации энергии.

88

Рынок ПП-труб: динамика и прогнозы

Российский рынок полипропиленовых труб и фитингов в прошедшем 2014-м году показал значительный рост: отечественное производство увеличилось, а импорт сократился. Как повлияет на этот сегмент рынка волатильность валютного рынка и незначительное снижение спроса, которое было зафиксировано в первые месяцы 2015-го года?

18

О промышленном обезжелезивании подземных вод

Эта статья написана на основе анализа результатов пусконаладочных работ на вводимых в эксплуатацию действующих промышленных установок для обезжелезивания подземных вод путём аэрации с быстрой фильтрацией. Предложены практические меры для достижения высокой степени удаления железа из воды.

21

Ежемесячный отраслевой журнал

Издательский дом МедиаТехнолоджи

Учредитель и издатель:
ООО «Издательский дом «Медиа Технолоджи»

Директор:
Константин Михасев
(k.mikhasev@mediatechnology.ru)

Главный редактор:
Александр Гудко
(a.gudko@mediatechnology.ru)

Руководитель отдела рекламы:
Татьяна Пучкова
(advert@mediatechnology.ru)

Ответственный секретарь:
Ольга Юферева
(o.ufereva@mediatechnology.ru)

Дизайн и верстка:
Роман Головко

Отдел распространения:
Олег Переверзев

Адрес редакции:
143085, Московская обл., Одинцовский р-н, раб. пос. Заречье, ул. Тихая, д. 13, корп. 2
Тел/факс: +7 (499) 967-77-00
E-mail: media@mediatechnology.ru

Перепечатка фотоматериалов и статей допускается только с письменного разрешения редакции и обязательной ссылкой на журнал (в том числе в электронных СМИ). Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Редакция не несет ответственности за информацию, содержащуюся в рекламных объявлениях.

Отпечатано в типографии «Тверской Печатный Двор», Россия.
Тираж 15 000 экз., цена свободная.

Адреса в Интернете:
www.c-o-k.ru, www.forum.c-o-k.ru

«С.О.К.»® — зарегистрированный торговый знак

160-й номер
апрель 2015

Новости 4

Событие

Консультативный совет обсудил проблемы энергетического образования и науки 12

Сантехника

e.sybox — революционная насосная станция нового поколения 16
Рынок полипропиленовых труб: динамика развития и прогнозы 18
О промышленном обезжелезивании подземных вод 21
К оценке долговечности гофрированных двухслойных труб из ПЭ в подземной безнапорной канализации и ливнестоках 28
Трассопоиск в российских реалиях 34
Технологический расчёт экстракции в системе «жидкость–жидкость» 38

Отопление

Опыт реконструкции котельной завода Bosch в городе Энгельс 44
Границы рассмотрения в задачах теплообеспечения и теплозащиты зданий 46
Обоснование теплозащиты неоднородных ограждений 52
Рынок геотермальных тепловых насосов Финляндии 56
Геотермальные установки со струйными и тепловыми насосами для водоподъёма и теплоснабжения 60
Тепловой насос для «пассивного» дома 66
Тепловые насосы на социальных объектах 68
Опыт применения воздушных ТН в Санкт-Петербурге и Ленинградской области 70

Кондиционирование

Передовая очистка воздуха от LG Electronics 72
Кондиционеры Haier с функцией Wi-Fi 74
Улучшение климата и энергосбережение при небольших инвестициях 76

Энергосбережение

К вопросу внедрения программных комплексов систем энергоменеджмента для крупных компаний 78
Методы повышения эффективности централизованных систем теплоснабжения 83
Энергетика на возобновляемых источниках — от энтузиазма к прагматизму 88

Одной строкой

- Через 20 месяцев в ОАЭ будет запущена национальная сеть зарядных станций для электрокаров.
- МОЭСК вводит новые карты для владельцев электромобилей в рамках развития и модернизации сети зарядных станций «МОЭСК-EV».
- В прошлом году во всём мире на учёт было поставлено около 320 тыс. новых электромобилей. Таким образом, всего на сегодняшний день их число приблизилось к 800 тыс.
- В Финляндии, при населении в 5 млн человек, в прошлом году было продано 670 тыс. тепловых насосов. Это на 10% больше, чем в позапрошлом 2013-м году.
- В Ленобласти построен дом, в котором отопление, подогрев горячей воды и воды для бассейна дают геотермальные и воздушные тепловые насосы Danfoss. Экономия на тепле составляет до 100 тыс. рублей ежегодно.
- В Стэнфордском университете (США) создан аккумулятор, время зарядки которого составляет одну минуту.
- Росстандарт зарегистрировал на ВПО «НИУ «МЭИ» «Систему добровольной сертификации устройств, материалов, технологий, отвечающих требованиям энергетической, экономической, экологической эффективности».
- Midea, Carrier и Chongqing Mechanical & Electrical (CQME) подписали договор о сотрудничестве в области производства чиллеров и образовали совместное акционерное предприятие.
- Компании Bosch и Midea заключили договор о совместном производстве мультизональных VRF-систем.
- 26 мая 2015 года исполняется 10 лет со дня запуска российского завода Grundfos. За время своего присутствия в России компания вложила в экономику России €100 млн.
- SpaceX инвестирует $90 млн в «солнечные» облигации SolarCity.
- На рынке появятся хладагенты R449a и R513a. Компания Bitzer (Германия) включила два наименования хладагентов в программу развития и поддержки. Выпускать газовые смеси для Bitzer будет фирма DuPont.
- ASHRAE начала открытые обсуждения по проекту нового добровольного стандарта, целью которого является повышение энергоэффективности ЦОД и объектов для размещения телекоммуникационного оборудования.
- В Гамбурге устанавливаются первые «зелёные» лифты, использующие солнечную энергию и рекуперацию энергии торможения.

Vaillant Group

В Томске открыт салон отопления Vaillant

Символическую зелёную ленточку перерезали топ-менеджеры двух компаний Дмитрий Куликов (слева) и Денис Гасс

Специалист по газификации Томского района С. А. Давыдова пожелала компании «Тепло и Уют» успешной работы

В городе Томске открылся Инжиниринговый центр отопительных систем Vaillant на базе фирмы-партнёра «Тепло и Уют». Эта компания одной из первых начала выводить на местный рынок инновационное оборудование: тепловые насосы и солнечные коллекторы. В шоу-руме помогут сделать проект инженерных систем дома и подобрать оборудование для индивидуального отопления: настенные и напольные газовые и электрические котлы, автоматику, а также различные аксессуары. Торжественное открытие шоу-рума «Тепло и Уют» состоялось в Томске по адресу: улица Герцена, дом 26. Инжиниринговый центр отопительных систем премиум-класса открыт совместно с компанией Vaillant. Салон расположился в респектабельном Советском районе в самом центре Томска. На его открытие пригласили клиентов фирмы, проектировщиков, монтажников, представителей городской администрации, газораспределительных и строительных компаний. Символическую зелёную ленточку (фирменного цвета Vaillant) перерезали Дмитрий Куликов, директор фирмы «Тепло и Уют», и Денис Гасс, директор компании Vaillant по продажам.

— *Мы давно мечтали о том, чтобы в городе появилось место, где конечным заказчикам, проектировщикам и другим клиентам мы могли бы в комфортной обстановке показать высокий уровень технической культуры и новейшее немецкое оборудование,* — говорит Дмитрий Куликов. В уютном зале шоу-рума, обставленном хорошей мебелью, воспроизведена типовая схема отопления и ГВС жилого дома площадью 120–250 м^2. Она включает конденсационные газовые котлы последнего поколения, электрические котлы, насосные группы, гидравлические разделители, группы быстрого монтажа, автоматику, радиаторы и другие элементы.

— *Видя, на каком уровне смонтировано оборудование в шоу-руме, конечные потребители и специалисты проникаются доверием к нашей компании и специалистам и к марке Vaillant. Здесь можно спокойно, за чашечкой кофе, обсудить и учесть все пожелания заказчика, чтобы дом получился удобным, тёплым и уютным, как и обещает название нашей фирмы,* — резюмирует Д. Куликов.

Шоу-рум, в первую очередь, ориентирован на конечных потребителей, его открытие продолжает развитие розничной сети немецкого бренда в российских регионах. Котлы Vaillant смонтированы на стенах с обвязкой, характерной для типовых проектов индивидуального отопления. Безупречно уложенные трубы, насосные группы, арматура — всё демонстрирует потенциальному заказчику высокий уровень качества и технической культуры и выглядит очень привлекательно.

Bosch

Открытие завода по производству стальных панельных радиаторов Buderus в Энгельсе

Летом этого года в городе Энгельс Саратовской области состоится открытие завода «Еврорадиаторы» по производству стальных панельных радиаторов под брендом Buderus. Новое предприятие площадью 12 тыс. м^2 будет выпускать две обновлённые линейки радиаторов Logatrend K-Profil и VK-Profil с боковым и нижним подключением самых востребованных типоразмеров на российском рынке отопительной техники.

Действующий «Центр исследований и разработок» на территории производственной площадки позволит выпускать оборудование с учётом местных условий эксплуатации, удовлетворяющее потребностям российского рынка. Благодаря отлаженной системе контроля качества и современному технологическому оборудованию с высокой автоматизацией производства, оборудование будет соответствовать высочайшим стандартам качества Bosch. Продукция завода будет реализовываться исключительно на российском рынке.

Инвестиции в строительство здания составили 100 млн рублей, а в оборудование — порядка 400 млн рублей. Завод «Еврорадиаторы» обеспечит новые рабочие места жителям Саратовской области. Концепция развития «Бош Термотехника» полностью соответствует приоритетам развития Российской Федерации — направлению на импортозамещение за счёт выпуска высококачественной конкурентноспособной продукции на территории страны.

Danfoss

Баки для систем с тепловыми насосами

Компания «Данфосс» вывела на российский рынок новые линейки баков для нагрева горячей воды и буферных баков, предназначенных для использования в системах с тепловыми насосами. Баки для воды прямого нагрева типа WT-S объёмом 500 и 1000 л изготовлены из нержавеющей стали. Нагрев горячей воды осуществляется через теплообменник с помощью теплового насоса. Материал корпуса устойчив к воздействию внешней среды, и поэтому дополнительный анод в баке для защиты от коррозии не нужен. Баки можно устанавливать в каскады, чтобы обеспечить большие объёмы воды. Конструкция позволяет подключение внешнего электрического нагревателя и циркуляции ГВС.

Баки серии WT-T для горячей воды объёмом 300 и 500 л с технологией TWS специально разработаны для тепловых насосов и исключительно энергоэффективны за счёт передачи тепла и распределении воды в погружном нагревателе на разных слоях. Линейка также имеет все преимущества серии баков WT-S. Баки этой серии могут использоваться как крайний бак ГВС в решениях с гарантированной температурой водоразбора ГВС.

Баки серии WT-C со спиралями объёмом 500 и 750 л предназначены для эффективного нагревания горячей воды с помощью комбинирования нескольких систем, например, тепловые насосы и солнечные коллекторы. Вода для ГВС нагревается ребристыми спиралями, которые непосредственно контактируют с водой. Баки и спирали выполнены из меди. Если требуются большие объёмы воды, баки WT-C можно устанавливать в каскады. Возможно подключение внешнего электрического нагревателя.

REHAU

REHAU на выставке Batimat Russia

С 31 марта по 3 апреля 2015 года в московском МВЦ «Крокус Экспо» прошла Международная строительно-интерьерная выставка Batimat Russia. Компания REHAU присоединилась к этому крупнейшему отраслевому событию и, в соответствии с его форматом, представила весь спектр своих передовых решений для создания домашнего комфорта. *«Мы по своей натуре являемся перфекционистами и стараемся придерживаться качества во всём, в том числе в оформлении стенда. Поэтому в рамках Batimat Russia для нас было важно не просто показать образцы своей продукции, а представить их тематически, организовать всё так, чтобы посетителям и партнёрам было интересно и максимально удобно, чтобы они чувствовали себя как дома»*, — отмечает Андрей Белоедов. Перечень решений REHAU, с которыми могли познакомиться гости выставки, был достаточно обширен и включал энергоэффективные оконные и дверные системы, инженерные решения, давно ставшие образцом настоящего европейского качества, а также линейку мебельных комплектующих REHAU.

Viessmann на ISH Energy ’2015

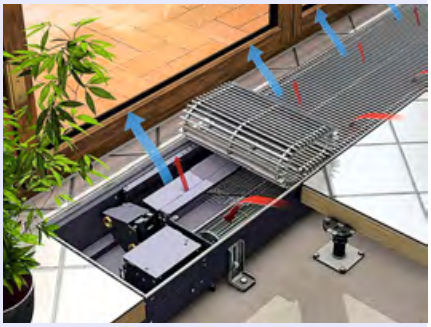
На ISH’2015 компания Viessmann презентовала свою новую концепцию «Hybrid — Connect — Power», олицетворяющую внутренний дух компании, указывающую на её основные векторы развития и последние достижения в дизайне своей продукции. Стенд Viessmann раскинулся на 2000 м^2, став одним из самых привлекательных и масштабных. Hybrid — это высокая адаптивность за счёт использования двух типов энергоносителей в одном приборе. Connect — это интеллектуальное управление энергией, интеграция котла в телекоммуникационные сети и управление через Интернет. Power — это высокий уровень независимости за счёт совместной выработки тепла и электроэнергии.

Kampmann

Katherm HK с улучшенной производительностью

Компания Kampmann усовершенствовала свою лучшую модель встраиваемого в пол конвектора для охлаждения и обогрева и впервые представила новый конвектор Katherm HK на выставке ISH'2015 во Франкфурте-на-Майне.

Прежде всего, конвектор стал ещё более мощным. Это стало возможным благодаря оптимизации комбинации «вентилятор–теплообменник». Были достигнуты более высокие мощности в сравнении с предыдущими моделями даже при условии меньших размеров каналов.



Katherm HK оснащён высокопроизводительным медноалюминиевым теплообменником, съёмным лотком для конденсата, а также энергосберегающими диаметральными EC-вентиляторами. Новая система крепления вентиляторов обеспечивает особую простоту технического обслуживания: Katherm HK является единственным серийным продуктом на рынке, оснащённым лотком для конденсата, который снимается одним движением руки. Таким образом, данный продукт полностью соответствует нормам гигиены Союза немецких инженеров VDI 6022. Интегрированные монтажные приспособления со стабильными к нагрузкам ножками, регулируемым по высоте, обеспечивают более надёжное крепление системы.

«Бош Термотехника»

Паровой котёл-утилизатор Universal HRSB

Новый котёл Bosch Universal HRSB предназначен для совместной работы с блочными мини-ТЭЦ и использует энергию выхлопных газов для выработки пара. Благодаря модульной конструкции и компактным размерам, он является идеальным решением как для вновь строящихся энергетических установок, так и для проектов модернизации имеющихся объектов.

Котёл выпускается в восьми типоразмерах (от HRSB 40 до HRSB 110) и подходит для когенерационных модулей, вырабатывающих до 4 МВт электрической энергии с температурой уходящих газов не выше 550 °C. По требованию заказчика возможно специальное исполнение котла HRSB для выхлопных газов до 1000 °C. В нормальном исполнении котёл способен производить до 4170 кг пара в час при устойчивом поддержании избыточного давления 8 бар.

Прочный, надёжный, долговечный паровой котёл-утилизатор Bosch Universal HRSB сертифицирован в соответствии с российскими требованиями ТР ТС 032/2013 «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» и поставляется в комплекте со всем необходимым вспомогательным оборудованием.

«BaltGaz Групп»

Модернизация производства на заводе BaltGaz

В марте 2015-го года на «Армавирском заводе газовой аппаратуры» был открыт новый производственный участок по изготовлению газовой атмосферной горелки UniGar.

В сотрудничестве с итальянской компанией Sipama была запущена полностью автоматическая линия изготовления секции горелки, позволяющая получать готовые изделия прямо из стального рулона. Новая производственная линия позволяет выпускать более 4440 секций газовой горелки в час. Пресс Sipama усилием 2000 т с автоматической подачей ленты работает со скоростью до 100 ударов в минуту. Пресс оснащён автоматической системой сбора и отвода отходов ленты, а также интерактивным дисплеем с возможностью выбора изготавливаемой детали и контролем производства. «BaltGaz Групп» является единственным производителем подобной продукции на территории РФ. Газовая горелка UniGar является универсальной и подходит для любых бытовых газовых отопительных и водонагревательных приборов.

Honeywell

Honeywell запустила новую линейку хладагентов

Фирмой Honeywell был запущен новый хладагент с более низким GWP. Продукт может найти применение в холодильном оборудовании различного назначения — от супермаркетов до производственных предприятий. Новый хладагент входит в линейку Solstice наряду с другими гидрофторолефиновыми (HFO) газовыми смесями. Кроме хладагентов, формула HFO также применяется компанией Honeywell при производстве пенообразователей, растворителей и аэрозольных газов. При более низком потенциале GWP, по утверждению представителей компании, новые продукты обладают аналогичными или даже более высокими показателями эффективности по сравнению с продуктами предыдущего поколения. Клиенты, перешедшие на новую линейку, получат возможность соблюдать существующие нормы по F-газам, а также требования к экодизайну и другие европейские экостандарты.

Testo AG

Новый testo 549

Компания Testo представила на российском рынке новый манометрический коллектор для наладки и сервиса кондиционеров и тепловых насосов — testo 549. Это надёжный прибор для ежедневного использования в кондиционировании и на тепловых насосах. Прочный металлический двухходовой блок клапанов с тремя штуцерами и тремя держателями для шлангов хладагента обеспечивают быструю и простую работу с прибором. Прочный корпус с металлической рамкой вокруг дисплея надёжно защищает новый testo 549 от ударов. Благодаря таким дополнительным функциям прибора, как автоматический режим для измерений на тепловых насосах, который исключает необходимость переключения между шлангами хладагентов, и проверка герметичности с температурной компенсацией, работа в системах кондиционирования и на тепловых насосах становится проще, чем когда-либо.

Navien

Новинки Navien на выставке ISH

Компания KD Navien уже в четвёртый раз приняла участие в выставке ISH во Франкфурте-на-Майне, являясь единственным представителем Кореи из сферы отопительного оборудования. На своём стенде компания представила котлы и водонагреватели под концепцией «Конденсационная технология на самом передовом уровне!». Помимо передовых моделей, уже получивших признание, KD Navien представила ряд новинок, среди которых котёл Navien Condensing Smart Tok с функцией дистанционного управления, что позволяет управлять котлом при помощи смартфона независимо от местонахождения пользователя. *«Поскольку уровень нашей технологии был проверен на мировых рынках, мы уверены в успехе и на европейском рынке»,* — подчеркнул президент KD Navien г-н Цой Чже Бом.

Henco

Тёплый пол на скобах Clip

Способ крепления трубы змеевика тёплого пола на скобах компании Henco Clip позволяет при небольшой стоимости крепёжного материала быстро и просто производить монтажные работы с трубой змеевика тёплого пола. Монтажник раскатывает бухту металлопластиковой трубы по полиэтиленовой плёнке с мерной сеткой (на полиэтиленовой плёнке Henco UFH-Foil нанесена мерная сетка размером 50×50 мм) и с помощью скобозабивного пистолета крепит трубу к теплоизоляции тёплого пола скобами соответствующего размера. Скобы компанией Henco производятся высотой: 38 мм (труба ∅16 мм, толщина теплоизоляции ≥25 мм); 40 мм (труба ∅16–20 мм, толщина теплоизоляции ≥25 мм); 60 мм (труба ∅16–20 мм, толщина теплоизоляции ≥40 мм). Соответственно, скобозабивной пистолет Henco для скоб высотой 38 мм — UFH-Tack-TA38, для скоб высотой 40 и 60 мм — UFH-Tack.

«Майбес Рус»

Насосно-смесительный модуль Kombimix

Компания «Майбес Рус» объявила о скором старте продаж нового продукта — насосно-смесительного модуля Kombimix. Гидравлический модуль Meibes обеспечивает самый компактный возможный монтаж в своём классе и является полностью готовым собранным техническим решением для наиболее распространённой схемы обвязки в три контура (отопление, тёплый пол и ГВС) для домов до 350 м^2. В состав входит распределительный коллектор со встроенным байпасом с функцией ON/OFF. Kombimix подходит для применения как с настенными, так и с напольными котлами мощностью до 40 кВт (20 кВт на каждый контур). Имеет максимально компактный модуль: 460×410×260 мм, согласованный с габаритами настенного котла, коллектор с возможностью подключения функции гидравлической стрелки — для работы со схемами как с котловым насосом, так и без него. Полностью готов к монтажу (энергоэффективные насосы и приводы уже смонтированы) — принцип Plug and Play.

На правах рекламы.

Eco heat

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

gorenje

Бескомпромиссная безопасность

Уникальные инновационные технологии газ-контроля

Надежность 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

ГАРАНТИЯ 2 ЗАБОТА О ПРИРОДЕ

www.gorenje.ru

Soler & Palau

Обновлена программа подбора вентиляционных установок

Компания Soler & Palau обновила специализированную программу подбора вентиляционных установок HVAC Selector, предназначенную для быстрого и точного расчёта низкопрофильных установок серии UTBS, установок с пластинчатыми рекуператорами серии CADB/CADT и вентиляционных установок с роторными рекуператорами серии RHE. Программа HVAC Selector, предназначенная для технических специалистов и проектировщиков, работающих с оборудованием производства компании Soler & Palau. В обновлённой версии программы добавлены две модели приточно-вытяжных установок с роторным рекуператором тепла — RHE-700 и RHE-10000 производительностью 700 и 10000 м^3/ч.

Стальные панельные радиаторы Wolf

Компания Wolf вывела на рынок стальные панельные радиаторы — они изящные, элегантные, качественные, долговечные, износостойкие, герметичные, легко монтируются. Линия стальных панельных радиаторов от компании Wolf позволяет подобрать наиболее подходящие варианты, отвечающие окружающим условиям, архитектурным и декоративным решениям: она представлена шестью вертикальными размерами от 300 до 900 мм и 21 значениями длины — от 400 до 1800 мм с шириной 100 мм и от 2000 до 3000 мм с шириной 200 мм.

WILO SE

Ход строительства завода Wilo в Ногинске

В начале апреля 2015-го года в Россию с рабочим визитом прибыло руководство международного концерна WILO SE — ведущего мирового производителя насосов и насосного оборудования. Основной целью визита стала встреча с представителями администрации Ногинского района и инспекция площадки строительства будущего завода Wilo на территории технопарка «Ногинск» (Ногинский район, Московская область).

На встрече с представителями администрации района были подняты вопросы будущего сотрудничества, например, открытие новых рабочих мест или инвестиции в развитие района, текущая экономическая и политическая ситуация и её влияние на реализацию проекта.

Также Карстен Крумм, председатель совета директоров WILO SE, и Томас Куббе, старший вице-президент WILO SE, ответственный за продажи в регионе EMEA (Europe, Middle East, Africa), проконтролировали ход строительства и обсудили вопросы, связанные с основными этапами реализации проекта.

На площади более 21 тыс. м^2 разместятся офисные здания, учебные корпуса, сервисный центр, тестовый бассейн и производственно-логистический комплекс. В настоящий момент уже готовы каркасы офисного здания, производственных и складских помещений, вырыт глубокий котлован под тестовый бассейн, начаты работы по монтажу кровли.

На заводе будет производиться насосное оборудование для многих стран бывшего СНГ — Белоруссии, Казахстана, Узбекистана и др. Объём производства к 2020-му году составит 80 тыс. единиц насосной техники. Предполагается, что новый завод предоставит району 400 новых рабочих мест. В первую очередь, будут востребованы инженерные специальности.

Открытие новой производственной площадки Wilo поможет расширить горизонты процесса локализации производства насосного оборудования, поддержать стратегию импортозамещения путём привлечения российских производителей компонентов для сборки разнообразного насосного оборудования.

Открытие завода намечено на первый квартал 2016-го года. Завод будет сертифицирован в соответствие со стандартами «зелёного» строительства.

Напомним, что торжественная закладка первого камня в основание завода состоялась в сентябре 2013-го года. Будущее производство станет второй по величине производственной площадкой Wilo в Европе. Кроме того, данный проект является самым крупным инвестиционным проектом концерна за последние несколько лет — объём инвестиций составляет порядка €35 млн.

«Кашира-Пласт»

Два новых инструмента для аксиальной запрессовки

В мае 2015-го года компания «Кашира-Пласт» выпускает две новинки — два ручных инструмента для фитингов с надвижной гильзой (аксиальная запрессовка) с разным принципом действия. Инструмент Compipe для фитингов с надвижной гильзой (слева) — аналог доступного на рынке инструмента с храповым механизмом. Принцип работы этого инструмента прост — чтобы запрессовать гильзу, нужно несколько раз с усилием сжать рукоятки. Инструмент предназначен для тех, кто привык работать с аналогичным инструментом, но больше не желает переплачивать за слова «Сделано в Германии». Инструмент Compipe, тип «Тиски», для фитингов с надвижной гильзой — при работе с этим инструментом для запрессовки гильзы необходимо прокрутить рукоятку специального ключа. Такой принцип действия инструмента значительно снижает трудозатраты монтажника. Отличительной особенностью инструмента типа «Тиски» также является возможность зафиксировать трубу с фитингом в клещах, что исключает смещение гильзы и перекосы.

Zehnder

Новые установки Zehnder ComfoAir Q для децентрализованной вентиляции

На прошедшей во Франкфурте-на-Майне выставке ISH'2015 Zehnder представил новые установки децентрализованной вентиляции Zehnder ComfoAir Q. Новые компактные приточно-вытяжные вентиляционные установки ComfoAir Q расширили модельный ряд уже известных в России ComfoAir 70. К особенностям ComfoAir Q можно отнести: самый низкий уровень шума среди аналогов за счёт уникальной технологии, разработанной совместно с компанией EBMpapst, один из самых высоких КПД рекуперации за счёт специальной формы теплообменника, позволившей увеличить площадь пластин, возможность модуляции байпаса, инновационный блок управления с подключением к Интернет.

KSB

Вышел в свет справочник «Лексикон» по центробежным насосам

Концерн KSB, ведущий мировой производитель насосного оборудования и трубопроводной арматуры, выпустил справочник по центробежным насосам «Лексикон». Это уникальная справочно-информационная разработка технических специалистов концерна KSB осуществлена в тесном сотрудничестве с профессорско-доцентским составом ведущих профильных технических университетов Германии и России. Справочник «Лексикон» содержит информацию энциклопедического характера, представленную в удобной и доступной форме, сопровождающуюся подробными описаниями, наглядными иллюстрациями и чертежами. Пособие позволит получить развёрнутые и исчерпывающие ответы на все вопросы, связанные не только с насосо- и арматуростроением, но и касающиеся общих академических знаний по физике, гидромеханике, гидравлике, гидродинамике, автоматике и пр. Данное издание предназначено в качестве справочного пособия для инженеров и специалистов в области проектирования, исследований, разработки и производства, а также для студентов ВУЗов.

На правах рекламы.

made in Germany

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
ВЕНТИЛЯЦИИ И ОТОПЛЕНИЯ

www.wolfrus.ru wolfrus@wolfrus.ru

Grundfos

Автоматическая установка повышения давления CMBE

Концерн Grundfos начал поставки в Россию автоматических насосных станций повышения давления CMBE. Установка предназначена для обеспечения постоянного водоснабжения небольших жилых и коммерческих объектов с различным уровнем потребления.

Насосная станция CMBE не является самовсасывающей и подключается к существующему водопроводу либо к буферному резервуару. Установка отличается тихой работой (55 дБ) и компактными размерами. CMBE оснащена насосами CME, электродвигателем MGE со встроенным преобразователем частоты (двигатель имеет встроенную теплозащиту от постоянной перегрузки, класс энергоэффективности IE4), мембранным напорным баком объёмом 2 л, датчиком давления, манометром и обратным клапаном.

Все части насоса CME, соприкасающиеся с водой, выполнены из нержавеющей стали, что увеличивает надёжность и срок эксплуатации всей установки в целом.

Vaillant Group

Победители конкурса монтажников Vaillant посетили выставку ISH'2015

Первыми посетили «Мир Vaillant» и выставку ISH (прошедшую в немецком городе Франкфурт-на-Майне с 10 по 14 марта 2015-го года) победители конкурса для монтажников — членов «Клуба установщиков Vaillant», которые приняли участие в Новогодней акции. По её условиям нужно было отправить фотографию установленного участником конденсационного котла Vaillant на адрес электронной почты installer-club@vaillant.ru и сопроводить фотографию короткой, но интересной историей, связанной с этим котлом. Плюс к этому нужно было указать адрес установки и сделать фото «шильда» котла с серийным номером.

На конкурс было прислано несколько десятков историй. А затем прошло открытое голосование в группах Vaillant в соцсетях Facebook и Вконтакте. Пятеро победителей из разных регионов России от Архангельской области до Сибири отправились в увлекательную поездку в Германию.

Поездка состоялась в марте и была приурочена к главной международной выставке отопления в Европе — ISH во Франкфурте-на-Майне, которую гости из России осмотрели с большим интересом. Увлекательная экскурсия состоялась по стенду Vaillant, где им представили все новинки компании. Но главной изюминкой поездки стал досрочный показ уникальной экспозиции «Мир Vaillant», только что развёрнутой в штаб-квартире компании в городе Ремшайде. Экспозиция занимает один из бывших цехов завода и рассказывает о славной истории фирмы, её настоящем и заглядывает в будущее, о котором специалисты Vaillant знают многое уже сейчас. Победители конкурса из России получили право осмотреть экспозицию ещё до официального открытия (которое состоялось 21 апреля) и совершить экскурсию по заводу Vaillant Group, где котлы собираются по технологии «один котёл — один мастер».

Компания АДЛ

Установка АДЛ для заправки контура

Компания АДЛ разработала мобильную насосную установку «Гранфлоу» для перекачки технических жидкостей и заправки контура антиобледенительной системы мощностью 15–30 м^3/ч специально по заказу Челябинской ГРЭС.

Установка АДЛ для заправки контура предназначена для перекачивания раствора этиленгликоля из ёмкостей типа «еврокуб» (или аналогичных ёмкостей) в блок-модуль компрессорной станции для заполнения и подпитки и может применяться для работы на открытом воздухе при температуре окружающей среды от –20 до +50 °С.

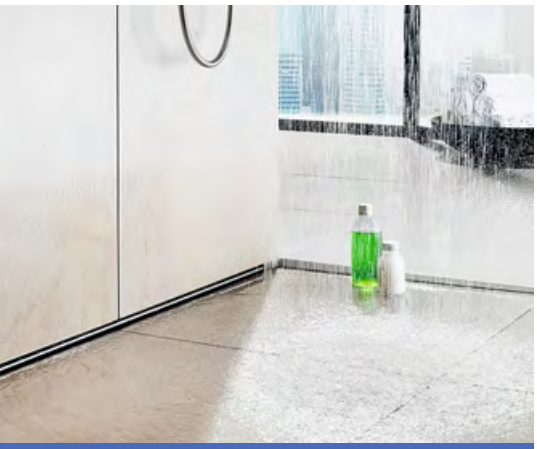
Мобильная насосная установка «Гранфлоу» производства компании АДЛ оснащена самовсасывающим и напорным шлангами с быстросъёмными соединениями, устройством для забора жидкости из «еврокуба» и электрическим кабелем для подключения питания устройства.

В составе установки применено оборудование как собственного производства компании АДЛ — обратные межфланцевые клапаны «Гранлок», шкаф управления «Грантор», так и продукция европейских партнёров — насос DP-Pumps, мембранный бак и воздухоотводчики Flamco.

TROX

Новая серия тонких активных охлаждающих балок DID642 от «ТРОКС»

Тонкие активные охлаждающие балки DID642 компании «ТРОКС» могут применяться как в подвесных потолках новых зданий, так и в реконструируемых помещениях с небольшими высотами потолков (до 4,2 м) — на любом объекте они способны предоставить свободу творчества дизайнерам и архитекторам. Балки DID642 — это комфортная вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях с высокой тепловой нагрузкой. Они могут встраиваться в конструкцию потолка или свободно подвешиваться. Активные охлаждающие балки серии DID642 выпускаются в размерах от 900 до 3000 × 600 × 170 мм (длина × высота × глубина) и предназначены для обеспечения холодопроизводительности до 2600 Вт или мощности в режиме отопления до 3500 Вт, а также расхода воздуха от 8 до 85 л/с или от 30 до 300 м^3/ч.



Viega

Новый душевой лоток Viega Advantix Vario

Душевой лоток Advantix Vario от компании Viega, обладатель престижных премий за дизайн, поразил всех своими особенностями сразу же после выхода на рынок. Он невероятно узкий и позволяет выбирать нужную длину в зависимости от поставленных задач. Сейчас компания Viega готовится выпустить новую модель, реализовав все эти преимущества в настенном варианте. При использовании нового душевого лотка для встраивания в стену Advantix Vario вода будет уходить по всей ширине помещения. Монтажная глубина составляет всего 25 мм, что позволяет устанавливать данную модель на капитальную стену.

Душевой лоток не нарушает общий вид стены, а аккуратно входит вглубь. Душевой лоток для встраивания в стену Advantix Vario появится на российском рынке в июне 2015-го года.

Danfoss

Принципиально новая серия шаровых кранов Danfoss

Новая серия шаровых кранов Danfoss JIP Standard, разработанная инженерами компании «Данфосс», сконструирована специально для России. Предназначены они специально для применения в ИТП и ЦТП. Облегчённая конструкция, по сравнению с существующей серией, рассчитана на условное давление PN16. Присоединительные фланцы и патрубки выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ.

Технические характеристики JIP Standard: условный диаметр — 15–150 мм; условное давление — 16 бар; диапазон рабочих температур: –40...+150 °C.

Проходящие 100 %-й контроль качества шаровые краны JIP Standard испытываются по стандартам ГОСТ на внешнюю и внутреннюю герметичность, геометрические размеры и рабочие характеристики клапана. Производившиеся ранее шаровые краны Ду15–150, рассчитанные на условное давление 25 и 40 бар, получили новое название JIP Premium.

На правах рекламы.

FRISQUET

до 25% экономии энергии

+ ECO RADIO SYSTEM Visio®

Цифровое управление отоплением

• поставляется серийно
• с беспроводным термостатом

Традиции качества & инноваций для более 20 лет комфорта

▪Frisquet - марка, известная всей Европе

▪Широкая гамма продукции, сертифицированной в России

• котлы TRADITION от 23 до 50 кВт
• котлы EVOLUTION от 25 до 45 кВт
• котлы CONDENSATION от 25 до 45 кВт
• Каскадная котельная от 100 до 500 кВт

ГАЗОВЫЕ КОТЛЫ

www.frisquet-russia.ru

СОБЫТИЕ

Консультативный совет обсудил проблемы энергетического образования и науки

Консультативный Совет при Председателе Комитета Государственной Думы по энергетике ФС РФ провёл расширенное заседание с участием Минобрнауки России, РАН, Общественной палаты РФ, ТПП РФ, РСПП, крупных энергетических компаний и ведущих научно-исследовательских и учебных институтов на тему «Современные проблемы в сфере образования и науки. Устойчивая реализация Энергетической стратегии России на период до 2035 года в условиях экономических санкций за счёт эффективного использования человеческого капитала».

Авторы: И.Я. РЕДЬКО, заместитель генерального директора ФГУП «ФЭСКО», д.т.н., руководитель Экспертного совета в Государственной Думе ФС РФ;
С.Д. ВАРФОЛОМЕЕВ, член-корреспондент РАН, д.х.н., профессор, директор института биохимической физики имени Н. М. Эмануэля РАН

Целью заседания было заявлено формирование благоприятных условий для создания опережающей системы подготовки элитных кадров для отраслей ТЭК на основе консолидации усилий ведущих учебных, академических и научно-исследовательских институтов и энергетических компаний по кадровому, научному, учебно-методическому, информационному и нормативно-правовому обеспечению развития энергетики.

Результатом работы специалистов стал проект решения (будет доработан), в котором были обозначены действия, необходимые для скорейшего решения поставленных на повестку дня проблем и реализации Энергетической стратегии России на период до 2035-го года.

В качестве первоочередного шага было решено создать на базе секции «Кадровое обеспечение ТЭК» Консультативного совета при председателе Комитета ГД по энергетике ФС РФ и международного научно-образовательного Консорциума крупнейших энергетических компаний, ведущих российских и зарубежных учебных и научно-исследовательских институтов по подготовке кадров высокой и высшей квалификации для нужд ТЭК с участием Минэнерго России, Минпромторга России, Минобрнауки России и Минсельхоза России независимую постоянно действующую коммуникационную и аналитическую площадку. Основной целью создания этой площадки является формирование условий для создания опережающей системы подготовки кадров для нужд ТЭК на основе консолидации усилий российских ведущих учебных, академических и научно-исследовательских институтов и энергетических компаний.

В процессе обсуждения присутствовавшие пришли к единому мнению, что, в частности, электроэнергетика без инженеров — это прямая угроза энергетической безопасности России. Доктрина энергетической безопасности России входит в государственную программу обеспечения национальной безопасности, а современное электроэнергетическое и электротехническое образование фактически вошло с ней в противоречие. В текущей ситуации необходимо обратить внимание на то, что важнейшим условием обеспечения энергетической безопасности является формирование единства целей и методов государственной энергетической политики, как на федеральном, так и на региональном уровнях. С этой точки зрения позиция Министерства образования и науки РФ должна соответствовать стратегии совершенствования электроэнергетического образования, направленной на обеспечение целей энергетической безопасности и научно-технического прогресса (НТП).

Необходимо отметить, что в кризисных условиях экономики страны без высокообразованных инженерных кадров невозможно не только вернуть лидирующие позиции России в электроэнергетике с позиций современных достижений НТП, но и обеспечить импортозамещение зарубежной техники, а также компьютерных и информационных технологий автоматического и автоматизированного управления сложнейшим процессом производства, передачи и распределения электроэнергии.

Создание и внедрение единой ресурсной базы ТЭК на основе формирования Единого номенклатурного номера (ЕНН) для продукции (оборудования, материалов и конструкций), позволяющего однозначно идентифицировать её, как для производителей, так и для потребителей послужит стимулом реализации программ импортозамещения, программ по энергоэффективности и энергосбережению

Для того чтобы сдвинуть дело с «мёртвой точки», необходимо создать на базе пока ещё сохранившейся школы инженерии новое двухступенчатое инженерное образование с конкурсным отбором из бакалавров ограниченного числа претендентов на вторую ступень подготовки специалистов (срок обучения — полтора года), а не восстанавливать техническое образование в прежнем виде или в форме специалитета.

Для скорейшей реализации данного начинания остро необходимо создать условия для решения правовых принципов запуска нового двухступенчатого инженерного образования уже к началу 2015/2016-го учебного года на основании самостоятельных образовательных стандартов (СОС) для выпускающих кафедр, имеющих магистратуру, по списку, утверждённому Министерством образования и науки и согласованному с Комитетом Государственной Думы по энергетике ФС РФ. При этом Комитет просит Министерство разрешить выдачу выпускникам указанных кафедр дипломов государственного образца о получении квалификации инженера.

Сегодня уже стало очевидно — необходимо учитывать тот факт, что развитие кадрового потенциала в электроэнергетике, привлечение в отрасль высококвалифицированных кадров напрямую зависит от выстраивания эффективной системы отраслевого социального партнёрства, внедрения единой системы социальных стандартов в электроэнергетических организациях, в том числе на базе отраслевого тарифного соглашения в электроэнергетике, которое заключается между полномочными представителями работодателей и работников. При этом в приоритет нужно поставить работу по созданию рамки профессиональных квалификаций в электроэнергетике, а также по соотнесению профессиональных и федеральных государственных образовательных стандартов (на базе Совета по профессиональным квалификациям в электроэнергетике Российской Федерации).

Перед нашей страной стоит важная цель — сократить существующее отставание Российской Федерации в освоении новых энергетических технологий. Исходя из этого, участники заседания сочли важным поддержать предложение члена-корреспондента РАН, д.х.н., профессора, директора института биохимической физики имени Н.М. Эмануэля РАН С.Д. Варфоломеева о создании Энергетического фонда России. Последний может явиться эффективным механизмом сопряжения научно-исследовательских работ, проводимых в ведущих научно-исследовательских институтах и ВУЗах, с возможностями их крупномасштабной реализацией на технологическом уровне.

В ходе заседания были выработаны ряд рекомендаций, в частности — Консультативному совету, которому было предложено сформировать структуру и органы управления Энергетического фонда России и разработать план первоочередных мероприятий по его развитию на ближайшую перспективу с обязательным обеспечением единой идеологии и научно-технической политики, жёсткого вертикально-интегрированного управления развитием и контролем её реализации.

Кроме того, было решено дать предложения по разработке и реализации первоочередных национальных и инфраструктурных проектов по импортозамещению в отраслях ТЭК, а также по организации пилотных образовательных проектов на базе Московского энергетического института (ТУ), Уральского федерального университета имени Б.Н. Ельцина, Новосибирского государственного технического университета, Национального исследовательского Томского политехнического университета, Южно-Российского государственного политехнического университета имени М.И. Платова, национального исследовательского Иркутского государственного технического университета, национального исследовательского Южно-Уральского государственного университета, Ярославского государственного технического университета, Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Казанского государственного энергетического университета и Ивановского государственного энергетического университета.

Было отмечено, что Консультативному совету при подготовке нормативно-правовой документации, учебно-методических материалов и других документов, необходимых для подготовки кадров высокой и высшей квалификации для нужд ТЭК, имеет смысл использовать национальные и межгосударственные стандарты в области энергетической эффективности и распределённой энергетики.

Не должна останавливаться работа по приглашению к диалогу представителей Совета Федерации от Республики Крым, Администрации Крыма, Общественной палаты Республики Крым, Министерства энергетики РФ, Общественного совета Министерства энергетики РФ, Министерства сельского хозяйства РФ, представителей Общественного совета Министерства сельского хозяйства РФ, РАН, ОАО «Интер РАО», ОАО «Россети», ОАО «Русгидро», ОАО «ФСК ЕЭС» и др. заинтересованных специалистов и экспертов.

В числе прочих задач, стоящих перед КС — инициирование и принятие участия в формировании Региональных удостоверяющих Центров, оказание содействия в получении Международных инженерных соревнований «Солнечная регата» статуса пилотного проекта в сфере образования, а также информирование, поддержка и приглашение к участию в соревнованиях «Солнечная регата» ведущих ВУЗов и предприятий энергетической отрасли.

Напомним, что «Солнечная регата» — это проект, направленный на развитие возобновляемых источников энергии и улучшение качества осведомления общественности посредством проведения студенческих инженерных соревнований, важной особенностью которых является демонстрация построенных собственными силами плавательных средств на солнечных батареях.

В ходе заседания были сформированы и предложения в адрес Председателя Комитета Государственной Думы по энергетике ФС РФ. В частности, ему было предложено обратиться в Министерство образования и науки Российской Федерации с целью рассмотрения необходимости открытия в арктических субъектах Российской Федерации учебных заведений начального и среднего профессионального образования, осуществляющих подготовку кадров в сфере энергетики. Есть и прочие задачи, которые требуют взаимодействия председателя комитета и Минобрнауки России. Среди них — необходимость продолжения работы по совершенствованию организации подготовки и дополнительного профессионального образования специалистов энергетической отрасли, а также работы по разработке новых организационно-управленческих и финансовых механизмов развития интеграционных процессов системы образования и производства. Кроме того, существует необходимость в разработке образовательных программ учебных заведений начального и среднего профессионального образования в области распределённой энергетики. Имеет смысл предложить разработать совместно с учебно-методическими объединениями ВУЗов государственные образовательные стандарты высшего (среднего) профессионального образования по приоритетным направлениям развития энергетики. Кроме того, по мнению участников заседания, на общий ход решения кадровых проблем положительно повлияет предложение улучшить систему подготовки специалистов по управлению персоналом в ВУЗах, готовящих молодых специалистов для отраслей ТЭК, основываясь на инициативах профессиональной Федерации образования в сфере управления человеческими ресурсами.

Помимо предложения по обращениям в Минобрнауки России, председателю Комитета по энергетике обратиться в Государственную Думу ФС РФ поступила рекомендация при разработке проекта федерального закона «Об Арктической зоне Российской Федерации» рассмотреть возможность включения специального раздела, посвящённого подготовке кадров для Арктики, в том числе для распределённой энергетики, а при разработке проекта данного ФЗ заложить законодательные основы развития человеческого капитала граждан России, привлечённых к работе в данной зоне.

Рекомендовано обратиться и в Правительство РФ с предложением разработать программу целевой подготовки кадров для Арктической зоны с направлениями, связанными с подготовкой кадров для распределённой энергетики, а также обеспечить совершенствование законодательной базы, регулирующей правовые отношения в части подготовки, привлечения и закрепления трудовых ресурсов на российских предприятиях распределённой энергетики.

Рекомендовано вступить во взаимодействие с Минэнерго России с целью восстановить работу по созданию дорожной карты «РЧК в ТЭК» (её разработка которой была приостановлена в 2014-м году), продолжить разработку «Индекса развития человеческого капитала ТЭК России», провести НИР по данной теме с разработчиками данного Индекса и сформировать на базе данного Индекса условия проведения объективного и независимого конкурса «Лидеры развития человеческого капитала ТЭК». Ещё одно предложение в адрес главного энергетического ведомства страны — поддержать проведение в 2015-м году научно-практической конференции «Развитие человеческого капитала ТЭК России в период экономических санкций» и выставки отечественных передовых кадровых технологий.

Обращение в Минсельхоз России, которое также вошло в список рекомендованных председателю Комитета по энергетике векторов взаимодействия, имеет целью сделать предложение по разработке совместно с аграрными ВУЗами и учреждениями дополнительного профессионального образования государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования и программ дополнительного профессионального образования по приоритетным направлениям развития энергетики, в том числе биоэнергетики.

Рекомендации секции «Кадровое обеспечение ТЭК»

Обширен список рекомендаций, сформированный для секции «Кадровое обеспечение ТЭК» Консультативного совета при председателе Комитета ГД по энергетике ФС РФ. Её членам предложено разработать предложения по формированию единой государственной политики использования существующих институтов развития (включая фонды с государственным финансированием) в интересах энергетической отрасли, а также дать объективную оценку предложениям по созданию отраслевых (или корпоративных) ВУЗов Минэнерго России в области энергетики по ряду направлений, среди которых: распределённая энергетика (в том числе малая энергетика), биоэнергетика, использование ВИЭ, торфа и ТБО в энергетических целях, электроэнергетика, угольная промышленность, нефтегазовая промышленность, гидроэнергетика, атомная энергетика.

Рекомендовано привлечь заинтересованные структуры электроэнергетики и ведущие выпускающие кафедры с целью дать предложения по разработке принципов и объёмов дополнительного финансирования утверждённых выпускающих кафедр России, имеющих в настоящее время магистратуру по направлениям «Электроэнергетика и электротехника» и «Энергомашиностроение», с целью повышения индивидуализации обучения и обеспечения необходимого качества подготовки специалистов — инженеров и магистров. При этом должен быть использован опыт кафедр МЭИ (Москва), УрФУ (Екатеринбург), НГТУ

(Новосибирск) по разработке и утверждению СОС магистратуры в рамках Международного университета ШОС.

Экспертам секции следует учесть при организации отраслевых ВУЗов возможности энергетических корпораций, в том числе следующие:

- создания совместных инновационных центров компетенций под конкретные проекты;
- создания на базе ВУЗов отраслевых ресурсных ЦКП (региональных инжиниринговых консорциумов) на принципах ГЧП;
- создания экспериментальных научно-образовательных межотраслевых площадок в Российской Федерации;
- прямого финансирования или передачи научного оборудования за счёт компании ВУЗам;
- создания базовых кафедр целевой подготовки студентов в интересах компании на долгосрочный период (5–10 лет) с учётом территориальной представленности компании;
- разработки совместно с ВУЗами специализированной программы развития персонала компании для реализации приоритетных проектов на 5–7 лет;
- совершенствования образовательных программ базовых кафедр, вовлечение в преподавательскую деятельность и разработку учебных планов сотрудников компании, привлечение студентов к производственной практике.

По результатам мероприятия было принято решение выдать рекомендации секции «Кадровое обеспечение ТЭК» КС при Председателе Комитета Государственной Думы по энергетике ФС РФ по подготовке ряда предложений для Минобрнауки России. В частности, министерству следует предложить разработку нормативно-правовых и организационных механизмов реализации мер по обеспечению условий для повышения качества подготовки кадров для отраслей ТЭК, соответствующих образовательным стандартам и учебных программ по необходимым специальностям с учётом активного применения национальных стандартов в ходе осуществления образовательного процесса, оценки потребностей специалистов по направлениям. Довести необходимость интенсификации межвузовского сотрудничества российских учреждений высшего (дополнительного) профессионального образования с ведущими иностранными университетами и иными научно-образовательными центрами в области инновационной энергетики. Подготовить для Минэнерго России предложение по внесению изменений в Энергетическую стратегию России на период до 2035-го года, государственную программу Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики», предусматривающих повышение потенциала человеческого капитала в сфере развития энергетики и использования возобновляемых источников энергии. Выступить с предложением по внесению изменений в пункт 15 «Положений о лицензировании образовательной деятельности», утверждённых Постановлением Правительства РФ от 28.10.2013 №966 в части упрощения использования для реализации образовательного процесса помещений предприятия-партнёра, на которых создана базовая кафедра, и исключить требование о внесении адреса базовой кафедры в лицензию образовательного учреждения. Кроме того, до Минобрнауки России следует довести рекомендацию по организации более плотного, системного взаимодействия профессиональных сообществ работодателей ТЭК и ВУЗовской общественности, в первую очередь, учебно-методических объединений по образованию в области энергетики в рамках работ по совершенствованию новой редакции Федеральных образовательных стандартов.

Рекомендовано подготовить для Минэнерго России предложение по внесению изменений в государственную программу «Энергоэффективность и развитие энергетики», предусматривающих повышение потенциала человеческого капитала в сфере развития энергетики и использования ВИЭ

Достаточно важный аспект — назревшая необходимость внесения изменений в Федеральный закон от 28.03.1998 №53-ФЗ «О воинской обязанности и военной службе», направленных на обеспечение реализации системы непрерывного инженерного образования путём предоставления отсрочки от службы в рядах вооружённых сил для студентов, продолжающих обучение по программам высшего профессионального образования после освоения программ среднего профессионального образования.

Также настало время разработать «Положение о сетевой форме реализации образовательных программ», в котором следует разъяснить порядок реализации сетевого взаимодействия (ФЗ «Об образовании», статья 15 «Сетевая форма реализации образовательных программ» определены лишь требования к договору о сетевой форме реализации ОП) и условия финансового обеспечения сетевой формы, в том числе за счёт бюджетных ассигнований из федерального бюджета (в том числе в случае отсутствия государственной аккредитации у организации-партнёра, в случае привлечения иностранного партнёра).

Завершило список решений заседания предложение о поддержке инициативы экспертной секции «Стандартизация и унификация информации в ТЭК» Консультативного Совета при Председателе Комитета Государственной Думы по энергетике ФС РФ по созданию и внедрению единой ресурсной базы ТЭК на основе формирования Единого номенклатурного номера (ЕНН) для продукции (оборудования, материалов и конструкций), позволяющего однозначно идентифицировать её, как для производителей, так и для потребителей. По мнению экспертов, это послужит стимулом реализации программ импортозамещения, программ по энергоэффективности и энергосбережению, а также для создания нового поколения энергетической техники в Российской Федерации.

НАГРАЖДЕНИЕ

В ходе расширенного заседания Консультативного Совета при Председателе Комитета Государственной Думы ФС РФ по энергетике И.Д. Грачева были подведены итоги работы за прошлый период и отмечены заслуги конкретных лиц в реализации задач, стоящих перед ТЭК страны. Особо были отмечены заслуги в вопросах укрепления обороноспособности страны, создания новых производств, вклад в дело духовно-патриотического воспитания молодёжи. Эти особенные заслуги были отмечены вручением памятной медали «В память о 700-летии со дня рождения преподобного Сергия Радонежского». Среди награждённых — председатель Комитета по энергетике И. Д. Грачев, заместитель генерального директора ФГУП «ФЭСКО», д.т.н., профессор И. Я. Редько, ректор Национального исследовательского университета (МЭИ), д.т.н., профессор Н. Д. Рогалев, директор-издатель журнала «Региональная энергетика и энергосбережение» Т. И. Мордасова и радиостанция «Народное радио».

e.sybox — это комплексная система подачи воды под давлением с интегрированной электронной системой управления. Каждый элемент этой системы разработан для обеспечения максимальной эффективности при минимальных затратах. Все компоненты заключены в единый корпус, который имеет оригинальный дизайн. Конструкция e.sybox делает систему легко адаптируемой для монтажа любого типа

e.sybox – революционная насосная станция нового поколения

Инновационная, революционная, современная — это лишь несколько слов, которыми можно описать новый продукт от компании DAB. Создав станцию повышения давления e.sybox, итальянская компания DAB совершила революционный прорыв в области бытового водоснабжения, вложив в него все технологические «ноу-хау», основанные на 40-летнем опыте в области механики и электроники.

e.sybox — это комплексная система подачи воды под давлением с интегрированной электронной системой управления. Каждый элемент этой системы разработан для обеспечения максимальной эффективности при минимальных затратах. Все компоненты заключены в единый корпус, который имеет оригинальный итальянский дизайн.

Характеристики и конструкция системы делают e.sybox легко адаптируемой для монтажа любого типа: горизонтально, вертикально или на стене, в непроветриваемом помещении или в подвале — любой тип установки идеально подходит для оптимального использования e.sybox, что обеспечит сокращение расходов как минимум на 30 % по сравнению с любой другой традиционной системой. Каждая деталь e.sybox спроектирована так, чтобы обеспечить высокий уровень комфорта. Просто включите e.sybox в розетку, и вы получите необходимое количество воды, когда это необходимо. Шум поглощается, а вибрация сведена к минимуму благодаря антивибрационным опорам и бесшумному двигателю.

Станция может работать как в режиме положительной высоты всасывания, так и при входном давлении. Эта функция достигается различным положением инжекторного клапана, а встроенный обратный клапан позволяет устанавливать систему как по горизонтали, так и вертикально. Обратный клапан легко извлекается для обслуживания.

Интегрированное электронное управление системы имеет тип инвертора и использует датчики расхода, давления и температуры, встроенные в систему. С помощью этих датчиков система включается и выключается автоматически, в зависимости от потребностей пользователя, а также способна самостоятельно обнаруживать наличие неисправности, предотвращать и сообщать о ней. С помощью простых настроек инвертора можно выставить необходимое постоянное давление.

e.sybox потребляет столько энергии, сколько необходимо, в соответствии с требованиями системы, что позволяет избежать бесполезных расходов и приводит к значительной экономии средств.

Система состоит из центробежного многоступенчатого электронасоса, охлаждаемого водой. Охлаждение двигателя водой, а не воздухом, гарантирует меньший шум системы (не более 45 дБ) и возможность размещать устройство в невентилируемом помещении. Встроенный в систему расширительный бак объёмом 2 л сертифицирован для питьевой воды и имеет гарантию 5 лет.

Панель интерфейса спроектирована так, чтобы быть ориентированной в наиболее удобном для пользователя направлении: квадратная форма ЖК-дисплея позволяет устанавливать его в любом положении. На дисплее отображается вся необходимая информация — режим работы, токовые нагрузки, количество перекачанной воды, объём сохранённой энергии и многое другое.

Как и любой самовсасывающий насос DAB, e.sybox требует предварительного заполнения водой. Как только насос будет заполнен, система может работать в нормальном режиме, в соответствии с настроенными параметрами, а именно: автоматически запускаться при открытии крана, обеспечивать подачу воды при заданном давлении, поддерживать постоянное давление даже при открытии дополнительных кранов и т.д. Станция e.sybox полностью автоматическая и не требует постоянного контроля или настроек со стороны пользователя.

Станция e.sybox оснащена автоматической системой защиты от сбоев. Если срабатывает одна или несколько защит, на дисплее немедленно появляется сигнал с наиболее высоким приоритетом. В зависимости от типа сбоя, электронасос может выключиться, но при восстановлении нормальных условий состояние ошибки может автоматически аннулироваться сразу же или спустя определённое время после автоматического восстановления.

Активные функции защиты (с последующим автоматическим восстановлением режима работы): от «сухого хода», от высокого/низкого напряжения, от перегрева двигателя, от перегрузки, от неисправности датчика давления.

Автоматические функции защиты:

- **защита от частых запусков и остановок** — e.sybox может обнаруживать наличие утечек, анализируя количество и качество включений-выключений насосной станции;
- **защита от замерзания воды в станции** — e.sybox оснащён датчиком температуры, предотвращающим образование льда внутри насоса, включая его в том случае, если температура воды снижается до значений, близких к замерзанию.

Устройство имеет систему защиты при помощи пароля. Если задаётся пароль, то параметры работы устройства будут доступны и видимы, но их нельзя будет изменить.

Нажатие всего одной кнопки переводит e.sybox в состояние поиска подобных устройств для беспроводного соединения, о чём свидетельствует мигание специальной иконки и светового индикатора через регулярные промежутки. Как только несколько станций e.sybox «увидят» друг друга, происходит их автоматическое соединение. Максимальное количество станций, одновременно подключённых к друг другу, составляет четыре единицы! Система из нескольких станций имеет возможность настройки и работы по различным алгоритмам, в том числе обеспечивая резервирование и попеременный режим включений.

В комплекте со станцией поставляется весь необходимый вспомогательный инструмент, полезный при проведении операций по монтажу и внеплановому техническому обслуживанию системы.

В комплекте со станцией поставляется весь необходимый вспомогательный инструмент

Для ещё более комфортного использования, подключения и обслуживания системы e.sybox компания DAB предлагает набор аксессуаров и принадлежностей:

- **e.sydock** — платформа для быстрого монтажа/демонтажа станции без демонтирования трубопроводов;
- **e.sytwin** — такая же платформа с выполненной внутренней разводкой трубопроводов для двух блоков e.sybox;
- **e.sywall** — комплект кронштейнов для настенного монтажа, включающий в себя антивибрационные прокладки и крепёжные винты;
- **e.sytank** — резервуар для централизованных систем водоснабжения с нестабильной подачей воды, полезным объёмом 440 л.

Всё это позволяет использовать насосную станцию e.sybox при организации систем водоснабжения загородных домов, коттеджей, таунхаусов, малоэтажных домов и других объектов индивидуального и коммерческого строительства.

Дополнительная информация о насосной станции e.sybox, включая видеоинструкции по монтажу, доступна на сайте **www.e.sybox.ru**.

Рынок полипропиленовых труб: динамика развития и прогнозы

Российский рынок полипропиленовых труб и фитингов в прошедшем 2014-м году показал значительный рост: отечественное производство увеличилось, а импорт сократился. Как повлияет на этот сегмент рынка волатильность валютного рынка и незначительное снижение спроса, которое было зафиксировано в первые месяцы 2015-го года?

Основные показатели развития российского рынка полипропиленовых труб в 2014-м году эксперты обсудили на апрельской конференции «Полимерные трубы и фитинги '2015». Организатором мероприятия стала компания Inventra, созданная в 2012-м году на базе Департамента пластиковых труб консультационной группы Creon Energy.

Данные по производству полипропилена в 2014-м году выглядят довольно оптимистично. За последние три года (2012–2014) производственные мощности по выпуску полипропилена разных марок в Российской Федерации выросли в три раза, составив за прошедший год более 1,4 млн тонн.

Основная динамика прироста произошла в 2013-м году. Это обусловлено запуском двух знаковых предприятий омского завода «Полиом», выпускающего 210 тыс. тонн в год (98 марок полипропилена), и дочернего предприятия концерна «Сибур» — «Тобольск-Полимер», который имеет заявленную проектную мощность более 500 тыс. тонн полипропилена в год. В 2014-м году рыночные доли лидеров по производству полипропилена распределились следующим образом: «Тобольск-Полимер» — 25,5% сырья, «Нижнекамскнефтехим» — 20,5%, «Полиом» — 16%. Ставропольский завод «Ставролен», дочернее предприятие «Лукойла», имеет всего 4% рынка, несмотря на то, что производственные мощности позволяют выпускать 125 тыс. тонн полипропилена в год. Это связано с пожаром, произошедшим на предприятии 26 февраля 2014 года. На устранение последствий ушло больше полугода, только с октября 2014-го года было запущено производства полипропилена на основе привозного сырья.

С середины 2000-х годов импорт полипропилена практически в два раза превышал экспорт сырья, которое поставлялось в Россию из Туркмении, Германии, Южной Кореи и Бельгии.

В 2012-м году были зафиксированы максимальные поставки полипропилена из-за рубежа, которые составили 247 тыс. тонн. В 2013-м году, благодаря запуску новых производительных мощностей, импорт полипропилена сократился, а экспорт российского сырья, наоборот, начал расти. В 2014-м году поставки за рубеж достигли своего максимума, превысив 230 тыс. тонн, а импорт сократился практически в два раза и составил величину 140 тыс. тонн.

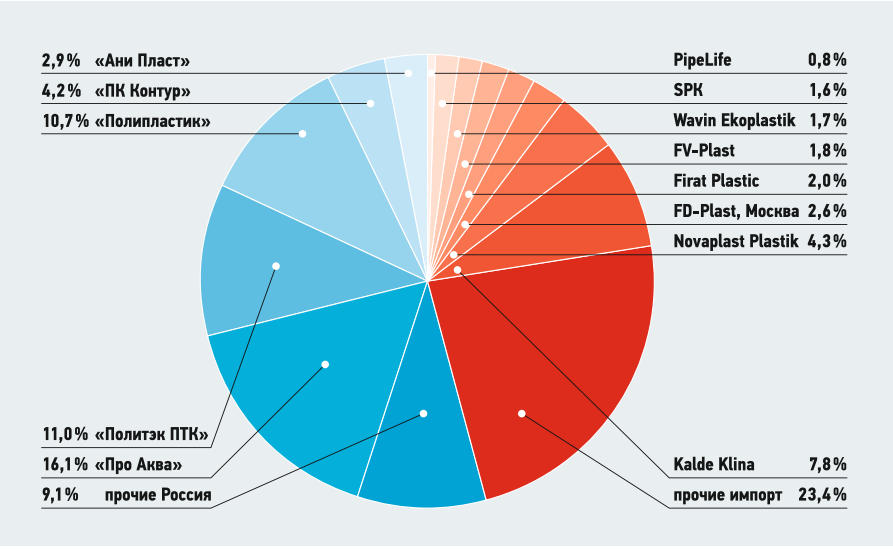


Рис. 1. Основные игроки на российском рынке ПП-труб в 2014-м году

Статья подготовлена специалистами компании «Эго Инжиниринг» с использованием данных Inventra

До 2014-го года более 20 % полипропиленового рынка в России занимал импорт. За последний год, благодаря росту производства, ситуация изменилась. В сегменте гомополимеров импорт сократился на 33 %, а поставка импортных сополимеров упала на 18 %

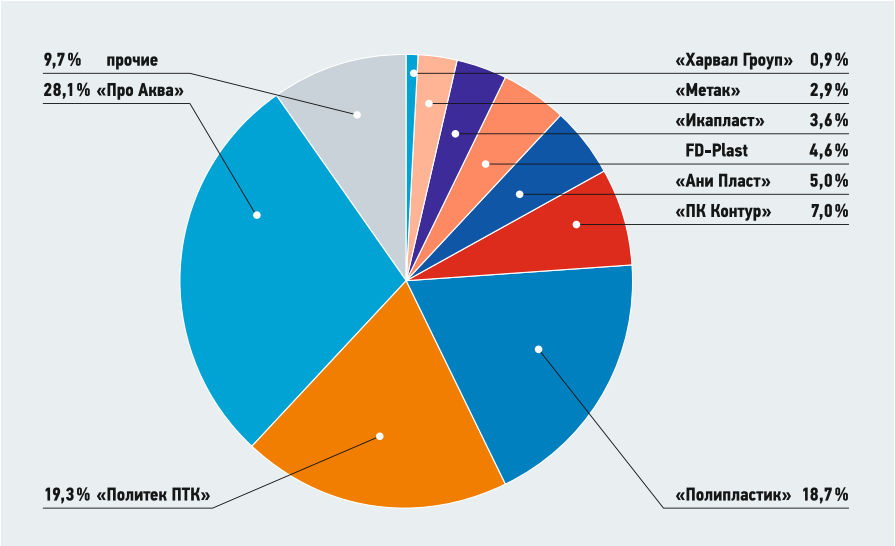
Основным российским экспортёром полипропилена является «Тобольск-Полимер» — предприятие имеет 60 % от общего объёма экспорта без учёта поставок в Белоруссию, за рубеж предприятие вывозит 43 % произведённой продукции. Основными странами, импортирующими российский полипропилен, были Казахстан, Белоруссия и Украина, плюс незначительные объёмы у Турции и Китая. Благодаря росту объёмов экспортные потоки перераспределились иначе — в 2014 году поставки в Турцию увеличились в шесть раз, а в Китай — в два раза. В общем объёме российского производства доля экспорта составляет 22,5 %. Примечательно, что в части сополимеров, которые в незначительных объёмах производятся на территории РФ, отечественные производители испытывают дефицит. Потребность российских производителей в этом сырьё составляет порядка 50 тыс. тонн в год, а производится около 30 тыс. тонн. Причём часть этого объёма обязательно уходит на экспорт.

До 2014-го года более 20 % полипропиленового рынка в России занимала импортная продукция. За последний год, благодаря росту производства, ситуация изменилась. В сегменте гомополимеров импорт сократился на 33 %, а поставка импортных сополимеров упала на 18 %. Однако в некоторых сегментах произошёл рост, например, поставки блок-сополимеров (тип 2) увеличились на 4 %, а рандом-сополимер прирос на 8 %.

Основная область применения импортного полипропилена — это производство напорных труб для водоснабжения и отопления.

«На сегодняшний день в России производством ПП-труб различного назначения занимаются около 40 предприятий, — рассказывает директор департамента аналитики компании Inventra Лола Огрель. — *Среди большого числа производителей можно выделить три компании, суммарная доля которых в 2014-м году составила 66 процентов. Это “Про Аква” (28 процентов), “Полипластик” (19 процентов) и “Политэк ПТК” (19 процентов). Ассортимент завода “Про Аква” очень широк. На предприятии выпускаются полипропиленовые трубы и фитинги для водоснабжения Pro Aqua, трубы для внутренней и наружной канализации Polytron, гофрированные инфраструктурные трубы Polytron ProKan и дренажные трубы. “Политэк ПТК” специализируется на производстве канализационных труб для наружных и внутренних сетей из полипропилена и труб для водоснабжения. Группа “Полипластик” на Климовском трубном заводе выпускает трубы с двухслойной профилированной стенкой “Корсис Про” повышенного класса жёсткости, изготавливаемые по технологии компании Polieco (Италия) из полипропилена методом коэкструзии. Трубы “Корсис Про” предназначены для строительства и реконструкции подземных сетей водоотведения, безнапорной, хозяйственно-бытовой и ливневой канализации, водостоков, сброса промышленных вод. Полипропиленовые трубы для “Полипластика” не являются основным сегментом производства, а лишь дополняют ассортиментный ряд полимерных труб, предлагаемых потребителю. Три лидера рынка закончили 2014-й год с разными результатами. Завод “Про Аква” увеличил производство труб на 25 процентов и не собирается останавливаться на достигнутом. Объём производства ПП-труб ООО “Политэк ПТК” остался на уровне предыдущего года, а выпуск гофрированных полипропиленовых труб на Климовском трубном заводе сократился на 4 процента».*

Основными потребителями импортного сырья являются российские производители трубопроводов. По исследованиям Inventra, 50 % сырья для выпуска напорных полипропиленовых труб и фитингов ввозится из-за границы. По мнению Михаила Бондаренко, директора по маркетингу компании «Про Аква», импортозамещение — это долгий и непростой процесс, и если в производстве трубопроводов есть динамика роста выпуска отечественной продукции (более 57 %), то оборудование и сырьё по-прежнему в больших объёмах закупаются за границей.



Данные компании Inventra.

Рис. 2. Доля производителей ПП-труб в РФ в 2014-м году

«К сожалению, не для всех типов трубопроводной продукции, которую выпускают отечественные предприятия, можно использовать сырьё российского производства, — рассказывает Михаил Бондаренко. — *Для некоторых предприятий, прежде всего, важен доступ к качественному сырью. Поясню, что я имею в виду.*

Для канализационных труб и фитингов мы, например, применяем отечественное сырьё, дефицита которого на российском рынке нет, а в отношении некоторых марок полипропилена даже наблюдается профицит. При использовании российского полипропилена для этой отдельной продукции мы соблюдаем необходимые технические характеристики, в соответствии с условиями, в которых функционируют канализационные трубопроводы. Получаем качественный продукт, который рассчитан на долгую эксплуатацию. При производстве напорных труб для водоснабжения и отопления мы, к сожалению, не имеем возможности использовать российское сырьё, поэтому очень зависим от качественного импортного полипропилена».

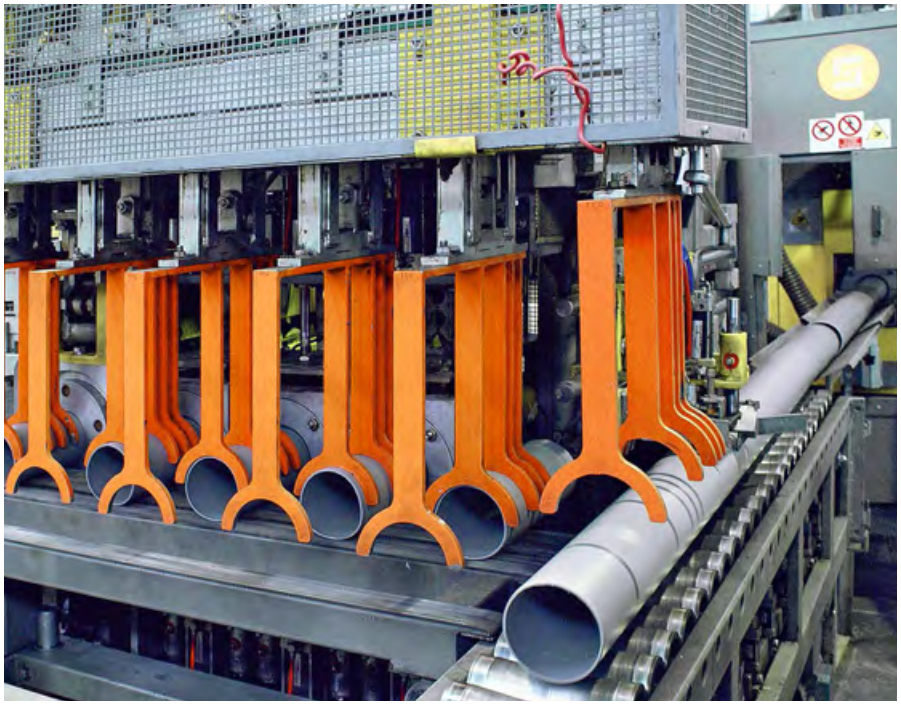
Несмотря на текущую динамику, эксперты утверждают, что к концу десятилетия зависимость российского рынка от импорта полипропилена будет сведена к минимуму. Главный вопрос, который необходимо решать уже сейчас, это импортозамещение сополимеров. По мнению независимого эксперта Вениамина Альперна, большинство добавок и катализаторов закупаются за рубежом, поэтому задачу по их масштабному производству необходимо решать уже сейчас.

По данным, собранным в аналитических отчётах группы Inventra, в Россию ежегодно поставляется 150 экструзионных линий для выпуска полимерной продукции. Среди общего количества экструдеров для выпуска труб из полипропилена предназначены порядка 40 устройств. Китайские производственные линии составляют более 60%, и лишь около 10% занимают качественные европейские экструдеры. Высокое качество всегда стоит дорого, поэтому цены на такое оборудование в несколько раз превышают стоимость китайских аналогов. К таким инвестициям российские предприниматели чаще всего не готовы, поэтому и спрос на дешёвые линии из Китая выше, а качество производимой продукции получается ниже.

С большой долей вероятности можно говорить о дальнейшем снижение импортных поставок полипропиленовых труб в этом году. Сейчас у производителей появился шанс расширить своё присутствие на рынке, если бы не одно «но», а именно — недостаточное обеспечение отечественным сырьём

«Давать прогнозы занятие неблагодарное, особенно в наше нестабильное время, — считает Лола Огрель. — *Все сейчас говорят о благоприятной ситуации, которая сложилась для отечественных производителей в условиях роста цен на ввозимую в Россию полимерную продукцию. Действительно, по итогам прошлого года импорт полипропиленовых труб после пяти лет роста сократился, а их производство выросло. С большой долей вероятности можно говорить о дальнейшем снижение импортных поставок полипропиленовых труб в этом году. Сейчас у производителей появился шанс расширить своё присутствие на рынке, если бы не одно "но", а именно — недостаточное обеспечение трубного производства отечественным сырьём. Что касается экспорта, то пока поставки зарубежным клиентам практически не оказывают влияния на внутренний рынок. Российские производителей ПП-труб, в основном, ориентированы на внутренний рынок, доля экспорта в общем объёме производства мала. Без насыщения внутреннего рынка экспорт расти не будет.*

В целом же, в 2015-м году потребление полипропиленовых труб различного назначения сохранится на уровне последних лет, что, на мой взгляд, не так уж и плохо. Что касается более отдалённой перспективы, то российские производители имеют планы по увеличению мощностей, однако нестабильный валютный курс может заметно увеличить стоимость проектов, так как экструзионное оборудование приходится покупать за рубежом».



О промышленном обезжелезивании подземных вод

Этот материал написан на основе анализа результатов пусконаладочных работ на вводимых в эксплуатацию и опыта действующих промышленных установок для обезжелезивания подземных вод путём аэрации с быстрой фильтрацией. Качество обезжелезивания воды связывается с быстрым старением и реструктуризацией свежеосаждённых каталитически активных продуктов окисления двухвалентного железа. В статье предложены практические меры, направленные на достижение высокой степени удаления железа из воды. Рассмотрены сопутствующие обезжелезиванию явления деминерализации и осветления подземных вод. Эти явления могут быть положены в основу новой технологии очистки загрязнённых вод.

Автор: Д.Ф. ЯНЧЕНКО, инженер-наладчик, компания ООО «Фирма ТЭОС-ВОИ»

Проблематика

В практике промышленного обезжелезивания подземных вод путём фильтрования аэрированной воды через зернистую загрузку постоянно присутствует одна проблема: нет стабильности результатов очистки. Как правило, из нескольких параллельно работающих фильтров первые по ходу воды фильтры производят воду лучшего качества, чем последние. Факты наработки некондиционной воды при работе фильтров в штатном режиме свидетельствуют о недоработке технологии. По крайней мере, это такие вопросы, которые требуют размышления.

Отсутствие значимых подвижек в технологии удаления железа из воды методом аэрации с последующей фильтрацией можно объяснить снижением научного интереса к предмету, поскольку и сама технология, и химический состав веществ-участников реакций давно определены. Простота и результативность реакции окисления ионов двухвалентного железа растворённым кислородом наглядны, и процесс легко воспроизводится в колбе. Продукты окисления — хлопья оксигидрата железа — отделяются от воды простым фильтрованием. Однако двухвалентное железо в воде окисляется в ряде случаев не полностью, на зернистой загрузке продукты его окисления не всегда задерживаются в должной степени. Проблема обезжелезивания аэрированной артезианской воды позиционируется на стыке ряда дисциплин, и практическое решение её в ряде случаев требует углублённой компетенции и даже, не скрою, некоторой части удачи.

Две модели обезжелезивания

Публикации по рассматриваемой теме накапливаются с начала прошлого века. К настоящему времени оформились две основные модели обезжелезивания: модель окисления-хлопьеобразования (Oxidation-floc formation mode) и модель адсорбции-окисления (Adsorbtion-oxidation mode) [1]. Обычно стремятся освобождать воду от железа путём окисления-хлопьеобразования: сначала двухвалентное железо окисляют растворённым кислородом, далее переводят трёхвалентное железо в хлопья, а затем хлопья отделяют от воды фильтрованием. В этой модели обезжелезивания зернистая каталитически активная среда предназначена для окисления «проскокового» Fe^{2+} в фильтре и абсорбции хлопьев гидроксида Fe (III). Эта модель лежит в основе требований СНиП к режиму работы фильтров промышленных установок для удаления железа методом аэрации с последующей фильтрацией. Главным условием успеха очистки воды этим методом являются полное окисление Fe^{2+} в исходной воде ещё до входа в фильтрующий материал и невысокая скорость фильтрации [1–3].

К настоящему времени оформились две основные модели обезжелезивания: модель окисления-хлопьеобразования и модель адсорбции-окисления. Обычно стремятся освобождать воду от железа путём окисления-хлопьеобразования

В рамках этой модели не находят объяснения известные явления, сопровождающие обезжелезивание воды: интенсивный рост слоя железоокисных отложений на внутренней поверхности подающих трубопроводов, деминерализация воды, её умягчение и глубокое осветление.

Согласно модели обезжелезивания путём адсорбции-окисления, ионы Fe^{2+} сначала адсорбируются из воды на поверхности фильтрующего материала, а затем, находясь в фиксированном состоянии, окисляются растворённым кислородом до оксигидратов Fe^{3+}, наращивая отложения. Условиями успешного обезжелезивания являются минимальное окисление ионов Fe^{2+} в воде до контакта с фильтрующим материалом и высокая каталитическая активность поверхности этого материала.

В этой статье приводятся несколько примеров и выводы, основанные на большом числе производственных наблюдений. Эти наблюдения дают информацию, ограниченную потребностями производства и для него существенно важную

Предпосылки для удаления железа путём адсорбции-окисления возникают, когда окисление Fe^{2+} в исходной воде затруднено, например, когда аэрированная вода поступает на фильтр без достаточной декарбонизации. На практике такая ситуация наиболее распространена.

Очевидно, разным моделям обезжелезивания должны соответствовать разные технологические нормативы.

В этой статье приводятся лишь несколько примеров и выводы, основанные на большом числе производственных наблюдений. Эти наблюдения дают информацию, ограниченную потребностями производства и для него существенно важную. Категоричность предлагаемых формулировок отражает только личную убеждённость автора и не должна восприниматься как недооценка иных точек зрения. Представленный материал касается технологических условий обезжелезивания воды для случаев преобладания в воде железа в виде ионов Fe^{2+}. Факты свидетельствуют, что для успешного обезжелезивания воды с преобладанием железа в виде ионов Fe^{2+} наиболее значима высокая скорость фильтрации.

Результаты и обсуждение

Рассмотрим пример влияния скорости фильтрации на качество обезжелезивания воды (Западная Сибирь, Ямало-Ненецкий АО, посёлок Харампур, 1999-й год). В котельной установлен блок из девяти параллельно соединённых фильтров диаметром 0,8 м, длительность фильтроцикла установлена по графику промывок и одинакова, общий расход воды на блок фильтров — 50 м³/ч. Исходная вода поступает из двух скважин, содержание железа перед фильтрами составляет 5,2–12,8 мг/л, $pH = 4{,}7$. Аэрация воды происходит при заполнении аэрационной ёмкости с разрывом струи. На рис. 1 показана схема блока фильтров с указанием распределения по фильтрам значений среднеарифметического содержания остаточного железа в пробах фильтрата, рассчитанных по оперативным данным за восемь месяцев работы.

В уравнении, показанном на графике, значения по оси *OX* соответствуют станционным номерам фильтров и отражают суммарное гидравлическое сопротивление фильтра и трубопроводов, ограничивающее поток воды через фильтр. Вследствие обрастания подающих трубопроводов железоокисными отложениями их живое сечение уменьшается, а гидравлическое сопротивление увеличивается. Чем больше номер фильтра, тем выше гидравлическое сопротивление подающего трубопровода. Вследствие этого максимум расхода приходится на фильтр №1, а минимум — на фильтр №9.

Определить фактическое значение скоростей фильтрации не представилось возможным (фильтры не оснащены водомерами). Согласно графику, возрастание остаточного содержания железа соответствует возрастанию гидравлического сопротивления фильтра и трубопроводов. Выявленная закономерность подтверждается данными анализа воды после фильтров №№1, 3 и 6, в которых значения остаточного содержания железа расположены выше линии тренда. По результатам внутреннего осмотра загрузка в указанных фильтрах либо имела уровень выше паспортного, либо оказывалась мелкой фракции. Это создавало дополнительное гидравлическое сопротивление протоку воды, уменьшавшее скорость фильтрации.

Работа фильтров объективно отражается в статистике результатов химанализов. На рис. 2 показано индивидуальное для каждого фильтра распределение количества проб фильтрата по содержанию в них железа. Кривые могли бы выглядеть более сглаженными при количестве проб на порядок больше. Наличие проб с высоким содержанием железа объясняется тем, что фильтры отключались на промывку не по допустимому пределу содержания железа в фильтрате, а по производственному графику периодичности промывок.

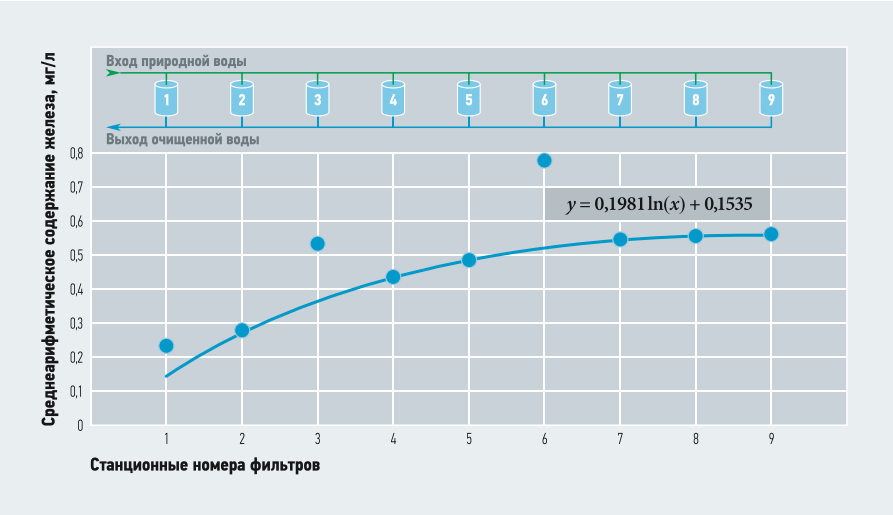


Рис. 1. Распределение остаточного железа по фильтрам

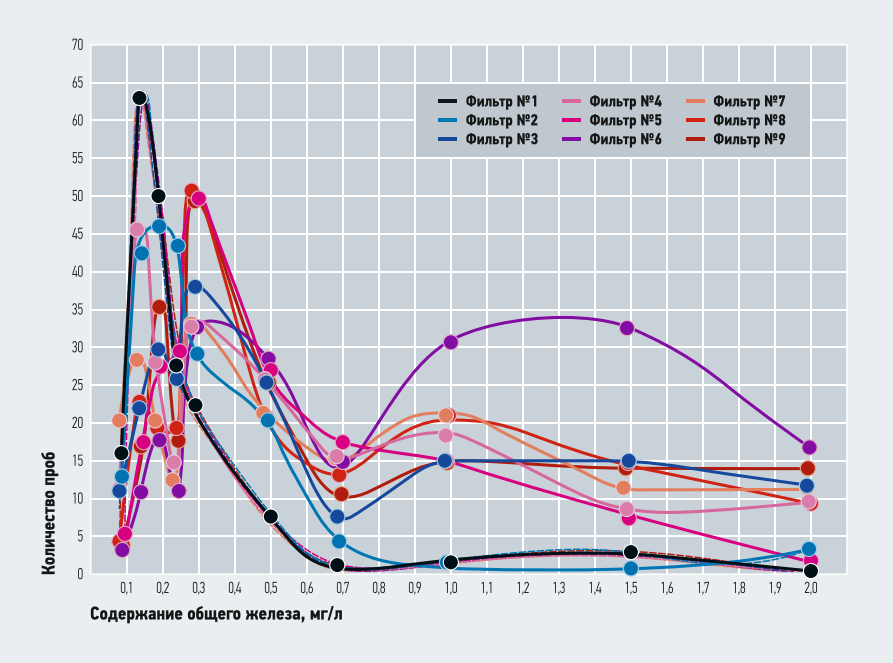


Рис. 2. Распределение количества проб по содержанию железа в фильтрате

Каждую кривую можно условно разделить на два участка: первый содержит пик максимума и находится в области низких содержаний железа, второй содержит ниспадающую часть и находится в области повышенных содержаний железа. По мере увеличения порядковых номеров фильтров возрастает количество проб с повышенным содержанием железа, при этом максимумы на кривых распределения несколько смещаются в сторону увеличенных значений. На имеющейся кривой распределения участок с максимумом в области нормативных содержаний железа можно соотнести с оптимумом гидравлического режима фильтрования, а «хвостовую» часть кривой в области повышенных содержаний железа можно соотнести с ухудшением режима фильтрования. Скорость фильтрации наибольшая у фильтра №1, его кривая распределения наиболее симметрична, а доля некондиционной воды минимальна. На последующих фильтрах цепочки скорость фильтрации уменьшается, вследствие чего в общей наработке за фильтроцикл сокращается доля воды питьевого качества и увеличивается доля некондиционной воды. Сокращение наработки питьевой воды коррелирует со снижением скорости фильтрации, что отмечалось в [4].

Пример работы фильтра на повышенной скорости фильтрации (Западная Сибирь, Ямало-Ненецкий АО, город Губкинский, 1999-й год): скорость фильтрации около 20 м/ч; в пробе воды из скважины — содержание железа 12,5 мг/л, запах сероводородный, $pH = 4{,}7$; в пробе воды после фильтра — содержание железа 0,022 мг/л, цветность и запах отсутствуют. Аэрация воды происходила при заполнении с разрывом струи аэрационной ёмкости, материал загрузки — кварц с размером частиц 1,5–2,5 мм.

Анализ наблюдений и практических результатов позволил прийти к следующему логическому заключению: главная причина нестабильности обезжелезивания воды методом аэрации с быстрой фильтрацией заключена в быстром снижении каталитической активности свежеосаждённого оксигидрата железа (III). Вследствие быстрого старения свежеосаждённого катализатора появляется зависимость качества очистки воды от скорости фильтрации. Этот вывод подтверждается практическими данными, полученными на ряде установок для обезжелезивания воды за период 1999–2012 годов на разных типах вод, как слабоминерализованных на объектах в Западной Сибири, так и сильноминерализованных (солоноватых) в районе Анапы.

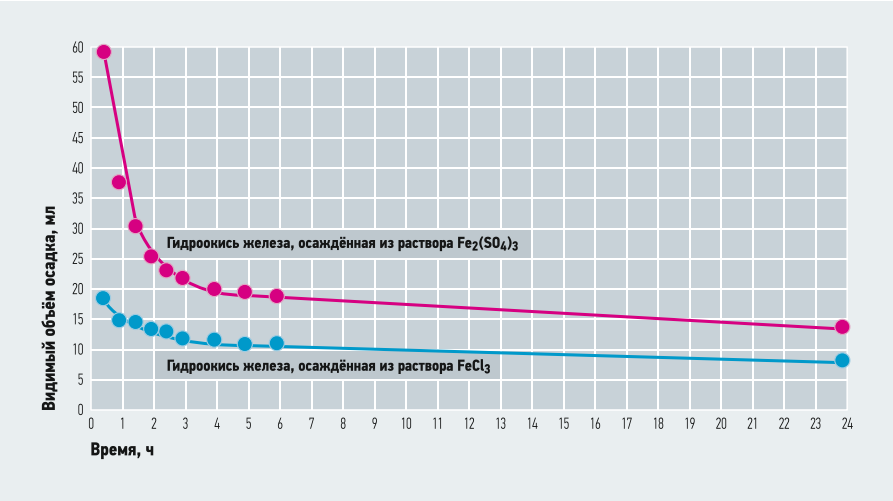


Рис. 3. Уменьшение видимого объёма осадка гидроксида железа по мере его старения (по данным В.П. Чалого [7])

Вывод о быстром снижении каталитической активности свежего оксигидрата железа подкрепляется данными о его генезисе и о проявлениях его активности, что позволяет дать адекватные практические рекомендации.

Быстрое старение свежих оксигидратов Fe (III) обусловлено их реструктуризацией, происходящей благодаря высокой химической активности in statu nascendi. Все формы оксигидратов железа являются катализаторами окисления ионов Fe^{2+} кислородом, однако имеются основания думать, что именно свежеосаждённые оксигидраты, структура которых наиболее близка к структуре реагирующего комплекса, обладают каталитической гиперактивностью. Структура свежего оксигидрата нестабильна и его жизнь кратковременна. Например, сорбционная активность гидроокиси железа, связанная с её структурой, наибольшая в первые 30–60 секунд с момента осаждения гидроокиси железа, что было установлено в работе [7].

Превращения «новорождённых» производных Fe (III) начинаются с гидратации ионов Fe^{3+} до гексааквакомплекса $[Fe(OH_2)_6]^{3+}$. Затем следует его гидролиз и поликонденсация до полимерных многоядерных производных Fe (III), образующих студенистую массу гидрогеля [5, 6]. Далее синерезис гидрогеля и постепенная дегидратация полимерных производных Fe (III) доводят оксигидрат железа до окиси Fe_2O_3. Поэтому, например, поверхность зёрен фильтрующих материалов в обезжелезивающих фильтрах всегда покрыта ржавчиной.

Анализ наблюдений и практических результатов позволил прийти к следующему логическому заключению: главная причина нестабильности обезжелезивания воды методом аэрации с быстрой фильтрацией заключена в быстром снижении каталитической активности свежеосаждённого оксигидрата железа (III)

О динамике старения можно судить по экспериментальным данным В.П. Чалого [7], измерявшего уменьшение кажущегося объёма гидрогеля при старении производных Fe (III), полученных осаждением водным аммиаком из 0,05*N* растворов солей Fe^{3+}. Согласно графику на рис. 3, кажущийся объём свежеполученного из сульфата железа геля гидроокиси за 3,5 часа старения уменьшается примерно в 2,2 раза, далее скорость уменьшения объёма геля снижается.

Рассматривая результаты производственных наблюдений совокупно с результатами экспериментов, указывающих на наличие реструктуризации геля, можно заключить, что по мере того, как структура промежуточных оксигидратов становится более жёсткой, всё более замедляется скорость их реструктуризации, и по мере реструктуризации их каталитическая активность снижается. Во время фильтрации эти производные образуют на зёрнах загрузки и на внутренней поверхности трубопроводов не «нежные» легкосмываемые хлопья, а коричневые или чёрные вязкие глинистые отложения, внешний слой которых состоит из студнеобразного геля. Гидрогель, по сути, представляет собой временный неустойчивый формат свежих оксигидратов Fe (III) на омываемых потоком исходной воды поверхностях.

Эволюцию каталитической активности оксигидратов Fe (III) и её проявления в условиях эксплуатации можно проиллюстрировать на ряде ситуаций:

1. Если загрузка новая или тщательно промытая, то активность такой загрузки, как известно, низкая. В начале фильтрации исходной воды на поверхности зёрен образуются свежие оксигидраты Fe (III), но сначала в случайных редких точках, и активность поверхности невысока, поэтому имеет место «проскок» Fe^{2+}. По мере заполнения поверхности свежими оксигидратами Fe (III) каталитическая активность загрузки растёт. Через несколько часов активации поверхности железо уже полностью фиксируется в пределах активного слоя загрузки, что, собственно, и создаёт эффект обезжелезивания. По мере роста активности рабочего слоя его высота уменьшается: в воде, вытекающей из активного слоя, отсутствует Fe^{2+}, вследствие этого в нижней части активного слоя прекращается обновление катализатора, и, как следствие, активность нижней части слоя снижается, активный слой становится тоньше. Вследствие быстрого снижения каталитической активности для каждой скорости фильтрации устанавливается соответствующая высота активного слоя, в пределах которого окисляется Fe^{2+}.

2. Грязеёмкость рассматриваемого обезжелезивающего фильтра также возрастает с повышением скорости фильтрации, что было ранее показано Е. Ф. Золотовой и Г. Ю. Ассом [6], по схеме: *«выше скорость фильтрации ⇒ больше глубина активного слоя ⇒ больше в него вмещается отложений ⇒ больше наработка воды за фильтроцикл»*.

По сути, основная работа фильтра — накапливать отложения на своей высокоразвитой внутренней поверхности, именно это и есть предмет оптимизации. Если скорость фильтрации составляет 5–7 м/ч, то есть занижена примерно в три-четыре раза против оптимальной 20 м/ч, то рабочая глубина слоя также уменьшится в три-четыре раза, и выработка чистой воды за фильтроцикл будет занижена тоже в три-четыре раза. По мере кольматации рабочего слоя усиливается проток воды «в обход» слоя, и в фильтрате увеличивается содержание железа. Такого рода сбой происходил в работе фильтров (см. рис. 1 и 2).

3. Если ступенчато повысить скорость фильтрации, то с увеличением скорости воды сократится продолжительность её контакта с активным слоем загрузки, железо не будет успевать окисляться, и начнётся «проскок» Fe^{2+} в малоактивный слой, а из него прямо в фильтрат. Под воздействием Fe^{2+} малоактивный слой активируется, и «проскок» Fe^{2+} в очищенную воду прекратится, если только ещё раньше этого момента фильтр не будет отключён на регенерацию.

4. Также имеет значение величина минимальной скорости фильтрации. Известно, что при пониженной скорости фильтрации возникает преимущественный проток воды через зернистую загрузку. Например, значение скорости фильтрации, меньше которой появляется избирательность протока воды через зернистые иониты, составляет 5–7 м/ч [9]. Это значение совпадает с рекомендованной скоростью фильтрации для обезжелезивания на песке фракции 0,8–1,8 мм.

Логично предположить, что избирательность протока воды проявляется и в обезжелезивающем фильтре. Кольматаж активного слоя непрерывно уменьшает его живое сечение, и вода, следуя по пути наименьшего сопротивления, в обход его натекает в менее плотную неактивную часть фильтрующего слоя, что не позволяет минимизировать остаточное содержание железа в фильтрате. Для уменьшения избирательности протока необходимо, как известно, поддерживать повышенную скорость фильтрации.

5. Практика показывает, что оксигидраты железа отлагаются из потока сырой аэрированной воды на любых конструкционных материалах, таких как сталь, пластик, кварцевый песок, ионообменные смолы, химически модифицированные зернистые материалы. При обезжелезивании поверхность зёрен фильтрующих материалов покрывается слоем отложений вкруговую. Конечный результат не зависит от химического состава зёрен.

В случае малого содержания Fe^{2+} в исходной воде для лучшей её очистки полезно применять каталитические загрузки типа Birm и ему подобные или дополнительно вносить в воду ионы Fe^{2+}.

В процессе каталитического обезжелезивания имеют место побочные эффекты частичной деминерализации и глубокого осветления обрабатываемой воды. Эти эффекты могут быть объяснены процессами реструктуризации гидрогеля оксигидратов Fe (III) — теми же процессами, которые лежат в основе старения катализатора. Благодаря надёжному извлечению железа из воды эти эффекты могут получить отдельное применение. Рассмотрим проявления данных эффектов и их причинно-следственные связи.

О деминерализации воды

Отложения в обезжелезивающем фильтре целиком состоят из соединений железа, только если железо находится в воде в виде взвеси оксигидратов Fe (III). Если Fe (III) образуется путём окисления адсорбированного Fe^{2+}, то вместе с Fe (III) в отложения переходит часть растворённых веществ воды, а состав отложений становится многокомпонентным. Эффект деминерализации при обезжелезивании воды достаточно известен и проявляется только при наличии Fe^{2+} в исходной воде. Автор наблюдал, как после прекращения притока Fe^{2+} при рециркуляции воды через фильтр часть задержанных веществ возвращается из отложений в циркулирующую воду, и она приобретает желтоватый оттенок.

Состав отложений легко определяется по разности состава воды до и после фильтрации. По разным объектам данные разнятся.

Рассмотрим пример из опыта промышленной эксплуатации одной из станций обезжелезивания воды в Западной Сибири (Ямало-Ненецкий автономный округ, Южный Харампур, 2001-й год): вода аэрировалась при заполнении аэрационной ёмкости с разрывом струи; скорость фильтрации — 12 м/ч; содержание железа в воде перед фильтром — 5,38 мг/л, после фильтра — 0,49 мг/л, уменьшение на 4,89 мг/л или на 0,0876 ммоль/л; жёсткость воды при прохождении через фильтр снизилась с 2,7 мг-экв/л до 0,7 мг-экв/л, уменьшение жёсткости составило 1,0 ммоль/л. Каждые осаждённые 4,89 мг двухвалентного железа по эффективности умягчения были эквивалентны 234 мг или 4 ммоль поваренной соли, необходимых для удаления 2 мг-экв жёсткости из воды обычным способом натрий-катионирования. Итак, 4,89/55,847 = 0,08756 г-ат железа осаждают 2 г-экв катионов жёсткости. Здесь соотношение числа атомов железа и катионов жёсткости в отложениях составило 1:22,84. Это, пожалуй, самое экономичное умягчение воды.

Всего по химанализу в отложениях находилось не более 8,4 at. % железа, остальное составляли соли жёсткости, аммонийный азот, марганец, алюминий, медь, анионы, коллоидные и взвешенные вещества. Уменьшилось содержание всех примесей. Не исключено, что в отложениях удерживалась и часть Fe^{2+}. Содержание железа в очищенной воде было почти вдвое выше норм предельно допустимых концентраций для питьевой воды, что связано с недостаточно высокой скоростью фильтрации.

В процессе каталитического обезжелезивания имеют место побочные эффекты частичной деминерализации и глубокого осветления обрабатываемой воды. Эти эффекты могут быть объяснены процессами реструктуризации гидрогеля оксигидратов Fe (III)

Чтобы в отложениях могло удержаться количество солей, многократно превосходящее количество Fe (III), их должна «сковать» сила более мощная, чем осмотическое давление этого, по сути, концентрата. Известно свойство гидроксида железа, полученного нейтрализацией, обессоливать стоки за счёт соосаждения и адсорбции примесей [8], однако количественный эффект обессоливания в этом процессе невелик и составляет миллиграммы на грамм гидроксида железа. При каталитическом обезжелезивании картина принципиально иная: в приведённом примере количество удержанных примесей более чем в 22,8 раз превосходит количество Fe (III). Химическая фиксация солей исключена, в противном случае обессоливание так же активно шло бы на хлопьях $Fe(OH)_3$ в свободном объёме воды. Вероятно, эффект обессоливания воды связан с образованием надмолекулярных структур оксигидратов Fe (III). Рассмотрим, что же известно о поведении оксигидратов Fe (III) в отложениях, и как с их поведением может быть связан эффект деминерализации.

Известно, что свежие оксигидраты Fe (III) существуют в виде студенистого обводнённого геля [2]. Как было ранее показано в работе [7], начальное количество воды в геле гидроксида железа более чем на два порядка превышает содержание твёрдой фазы [8].

Вода, заключённая в объёме геля, естественно, содержит все примеси исходной воды, и в процессе нарастания плёнки геля Fe (III) растворённые вещества остаются в отложениях — непрерывно нарастающий на поверхность со стороны исходной воды гидрогель действует, по-видимому, как диффузионный барьер, удерживая растворённые вещества внутри плёнки. Это кратковременная фиксация: с прекращением доставки Fe^{2+} к активной поверхности (например, при прокачке чистой воды) прекращается нарастание геля, и проявляется пептизация свежего поверхностного слоя.

При пептизации вместе с солями переходят в воду и коллоидные частицы Fe (III), что заметно по нарастанию цветности воды.

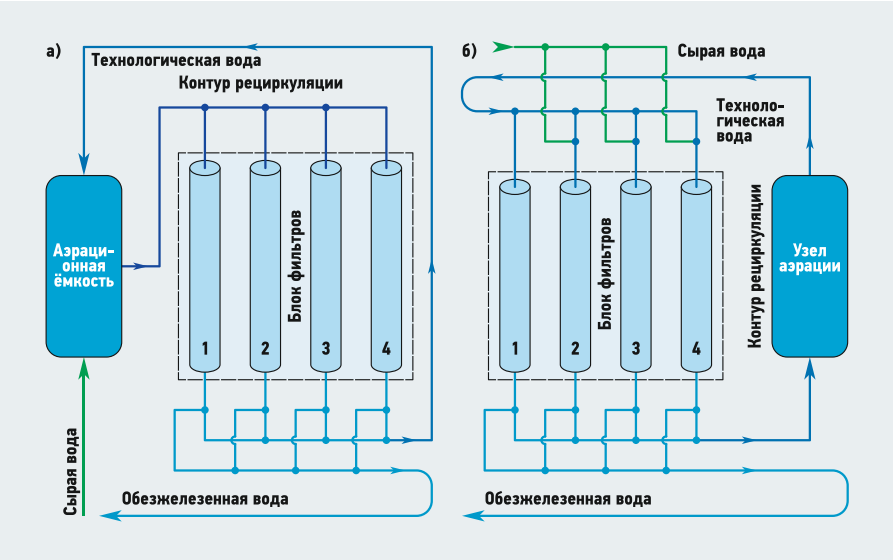


Рис. 4. Возможные варианты подключения контура рециркуляции к блоку фильтров (**а** — вариант с аэрацией сырой воды; **б** — вариант с аэрацией очищенной воды)

Наиболее вероятен следующий механизм долговременной фиксации примесей: по мере синерезиса полимерная матрица геля сжимается, и оказавшиеся в ней примеси теряют подвижность. По мере старения геля молекулы примесей всё более прочно фиксируются в отложениях. По этому механизму в отложениях могут удерживаться загрязнения широкого спектра, например, ионы солей, бациллы, токсичные вещества.

Структура и состав отложений связаны с химсоставом примесей. Например, чем выше окисляемость исходной воды, тем меньше глубина её деминерализации. Вероятная причина ухудшения деминерализации заключается в том, что возникающие дефекты матрицы ухудшают её ситовые свойства. Дефекты могут возникать, например, под действием сероводорода в исходной воде. Это объясняет, почему за один проход воды деминерализация происходит частично. Деминерализация воды улучшится, если повторить обработку, добавив в неё Fe^{2+}.

Об осветлении воды

Обезжелезивание вод, содержащих железо только в форме взвешенных и коллоидных частиц оксигидратов Fe (III), путём осветления достигается при фильтрации только с низкой скоростью. При каталитическом обезжелезивании осветление мутных вод идёт при высокой скорости фильтрации, а эффективность осветления воды особо высока. Прозрачность толщи обезжелезенной воды в накопительной ёмкости создаёт оптическую иллюзию пустого объёма.

Высокая эффективность осветления воды при обезжелезивании может быть связана с непрерывным обновлением поверхности зёрен активной загрузки. Каталитически активная поверхность отличается от исходной поверхности зёрен наличием желеобразной плёнки с высокой адсорбционной способностью. Благодаря непрерывному обновлению поверхности зёрен, на адсорбированные частицы примесей оказывается фиксирующее действие растущего слоя гидрогеля, предотвращающее суффозию частиц. Слой по мере старения становится более прочным, и с ростом его прочности отрыв инородных включений становится возможным только совместно с отложениями под энергичным механическим воздействием, например, барботажем сжатым воздухом.

Практические меры для достижения высокого качества воды

1. Главное условие для обезжелезивания воды, содержащей железо в форме ионов Fe^{2+}, — это поддержание высокой каталитической активности загрузки. Для этого можно указать идеальные условия эксплуатации фильтра, к которым по возможности надо стремиться: фильтрация воды должна производиться без перерывов с постоянной скоростью порядка 20 м/ч; содержание железа в воде перед фильтрацией должно быть постоянным.

2. В установке следует предусматривать контур рециркуляции очищенной воды, как это показано в работе [10]. Наличие рециркуляции позволяет управлять процессом очистки через оптимизацию расхода и состава воды. Различные варианты подключения рециркуляции аэрированной технологической воды к блоку фильтров приведены на рис. 4.

Заключение

1. Обезжелезивание воды с преобладающим содержанием железа в виде ионов Fe^{2+} необходимо осуществлять при скорости фильтрования порядка 20 м/ч. Для управления режимом следует предусмотреть рециркуляцию обезжелезенной технологической воды. Рециркуляция позволяет удерживать требуемую скорость фильтрации при малых отборах обезжелезенной воды на потребление и управлять очисткой вод, имеющих неблагоприятный состав, в том числе с запредельно высоким содержанием железа и/или иных вредных примесей.

2. Метод каталитического обезжелезивания аэрированной воды при высокой скорости фильтрования является наиболее экономичным и экологически безопасным, а также одним из самых надёжных промышленных методов очистки воды. Этот метод исключает образование побочных токсичных продуктов.

3. Метод каталитического обезжелезивания аэрированной воды при высокой скорости фильтрования на напорных фильтрах может быть применён для скоростного осветления высокомутных и окрашенных вод, а также для частичного обессоливания и умягчения воды, в том числе для уменьшения её щёлочности или содержания токсичных веществ. Для улучшения очистки воды, в случае дефицита или отсутствия в ней ионов Fe^{2+}, в исходную воду нужно дозировать раствор сульфата двухвалентного железа.

Автор этого материала выражает признательность администрации цеха пароводоснабжения НГДП «Харампурнефть» ОАО «Роснефть-Пурнефтегаз» за предоставление оперативных данных.

1. Saroj Kumar Sharma (2001). Adsorptive Iron Removal from Groundwater. Интернет-ресурс: http://repository.tudelft.nl.
2. Hauer G.E. Iron and carbon dioxide removal. Journal AWWA. №42/1950.
3. Милов М.А. Исследование коррозионной активности воды в процессе её обезжелезивания: Тезисы докл. науч.-техн. конф. НИИЖТ. — Хабаровск: Изд-во НИИЖТ, 1972.
4. Золотова Е.Ф., Асс Г.Ю. Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода. — М.: Стройиздат, 1975.
5. Чалый В.П. Гидроокиси металлов. — Киев: Наукова думка, 1972.
6. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: Учеб. для ВУЗов. — М.: Высшая школа, 2002.
7. Закрометов Б.Г., Вирская Г.М. Структурно-механические свойства коагулянтов. Объёмы осадков и скорость уплотнения коагулянтов сернистого мышьяка и окиси железа // Коллоидный журнал, 1948, Т. 10.
8. Фролова С.И., Козлова Г.А., Ходяшев Н.Б. Очистка техногенных сточных вод оксигидратами железа // Вестник Пермского ун-та: Химия, №2(2)/2011.
9. Мещерский Н.А. Эксплуатация водоподготовительных установок электростанций высокого давления. — М.: Энергоатомиздат, 1984.
10. Янченко Д.Ф. Способ очистки подземных вод: Патент РФ на изобретение №RU 2187463 от 06.06.2001.

ПРОСТОЕ РЕШЕНИЕ
высоких задач водоснабжения от GRUNDFOS

Реклама. Товар сертифицирован

ПРОСТО подобрать! ПРОСТО смонтировать! ПРОСТО сэкономить!

Hydro MPC – это компактная насосная станция повышения давления, полностью готовая к эксплуатации. Технология plug&pump обеспечивает простой и быстрый монтаж на объекте, исключая дополнительные расходы. Hydro MPC на базе новых электродвигателей MGE объединяет в себе непревзойденную энергоэффективность и простоту эксплуатации, что делает ее бесспорным лидером на рынке в своем классе. Интеллектуальная система управления автоматически адаптирует работу насосов в зависимости от потребности, обеспечивая стабильную работу системы в любых условиях.

Hydro MPC – собрана за Вас, думает за Вас, работает за Вас!

Grundfos. Технология свободы.

Филиал ООО «Грундфос» в Москве: тел. (495) 7373000, 5648800 **www.grundfos.ru**

be
think
innovate

GRUNDFOS

К оценке долговечности гофрированных двухслойных труб из ПЭ в подземной безнапорной канализации и ливнестоках

Оценка долговечности, то есть работоспособности полимерных материалов во времени, позволяет определить важнейшую эксплуатационную характеристику — ресурс изготовленных из них изделий. Для определения долговечности пластмасс используются в основном эмпирические уравнения, в большей или меньшей мере усложнённые результатами попыток придания им научного содержания с целью повышения точности расчётов.

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

Принципиально большинство уравнений долговечности, так или иначе, отражают явления, описываемые экспоненциальными выражениями с отрицательными показателями степени. Кроме того, в них вводят константы и коэффициенты, отражающие свойства материалов и условия их работы [1]:

$$\tau = \tau_0 \exp\left[\frac{\left(U_0 - \gamma\sigma\right)\left(1 - \frac{T}{T_п}\right)}{RT}\right], \qquad (1)$$

где τ — требуемая долговечность, с; τ_0 — постоянная с размерностью времени периода теплового колебания атомов (величина 10^{-12} с); U_0 — энергия активации процесса разрушения, кДж/моль; γ — структурночувствительный параметр, отражающий свойства полимерного материала; σ — приложенное к образцу напряжение, МПа; T — температура, К; $T_п$ — координата времени полюса, для ПММА это 10^{-12} с, ПВХ (пластикат) — 10^{-5} с; R — универсальная газовая постоянная (Менделеева), $R = 8{,}314 \times 10^{-3}$ кДж/(моль·К) [причём этот показатель степени должен быть положительным, иначе же получается, что $R = 8{,}314 \times 10^{-3} = 0{,}001 \times 8{,}314$ Дж/(моль·К) = 0,008314 кДж/(моль·К)].

Камнем преткновения для практического использования (1) является величина γ, числовое установление которой представляет немалые сложности. Причиной сложностей является релаксационный характер деформационно-прочностных свойств полимеров. Под влиянием температуры и приложенного напряжения физическая организация полимера со временем претерпевает изменения (перестроение надмолекулярных структур, ориентирование макромолекул, изменение межмолекулярного взаимодействия, изменение конформационной активности), в процессе которых также изменяется и роль внутренних дефектов.

Экспериментально установлена множественность параметров, как структурно-материаловедческих, так и энергетических, в большей или меньшей мере влияющих на долговечность. Численная оценка физико-химических параметров представляется экспериментально громоздкой, требующей значительных затрат и специального приборного оформления, что практически делает её недоступной.

С точки зрения практической физики, проще оценить влияние какого-либо из энергетических факторов (T и σ) на долговечность или иное оцениваемое качество полимера в узком временном

Препятствием для практического использования формулы (1) является величина структурночувствительного параметра, числовое установление которой представляет немалые сложности. Причиной сложностей является релаксационный характер деформационно-прочностных свойств полимеров

(силовом, тепловом) диапазоне, экстраполировав установленные закономерности на требуемое значение свойства, например, нормированной деформативности от внешней температуры во времени. В этой связи представляется, что для прогнозирование расчётных сроков службы безнапорных подземных трубопроводов из полимерных труб вышеизложенный подход не применим не только по этой указанной причине, но ещё и потому, что их деформативность во времени связывается не только с приложенными к ним внешними силами и силами межатомных связей полимера, но также и с некоторыми другими ограничениями [2]. Тем не менее, до сих пор предпринимаются попытки использовать аналогичный подход к установлению долговечности безнапорных подземных трубопроводов, например, из полиэтиленовых труб [3–5].

В ОАО «НИИМосстрой» обратилась фирма ООО «Элефант» с просьбой выдать на трубы (ТУ 2248-001-63648699–2012 «Трубы полимерные двухслойные гофрированные канализационные Magnum и Hydro 16») Заключение, аналогичное Заключению [3], выборка из которого представлена в табл. 1.

Согласиться с установленными [3] прогнозными сроками службы подземных безнапорных трубопроводов водоотведения, смонтированных из полиэтиленовых труб с двойной стенкой (строки 14 и 15, табл. 1), на основании положений [6 и 7] невозможно.

А. Суть метода [6] определения долговечности по энергии активации термоокислительной деструкции полимерных материалов (строка 2 в табл. 1), применительно к рассматриваемой проблеме, можно представить в следующем виде:

а1. Метод определения долговечности изделий основан на взаимосвязи между долговечностью полимерного материала изделий и значением энергии активации, определяющей качество материала и уменьшающейся под воздействием эксплуатационных факторов.

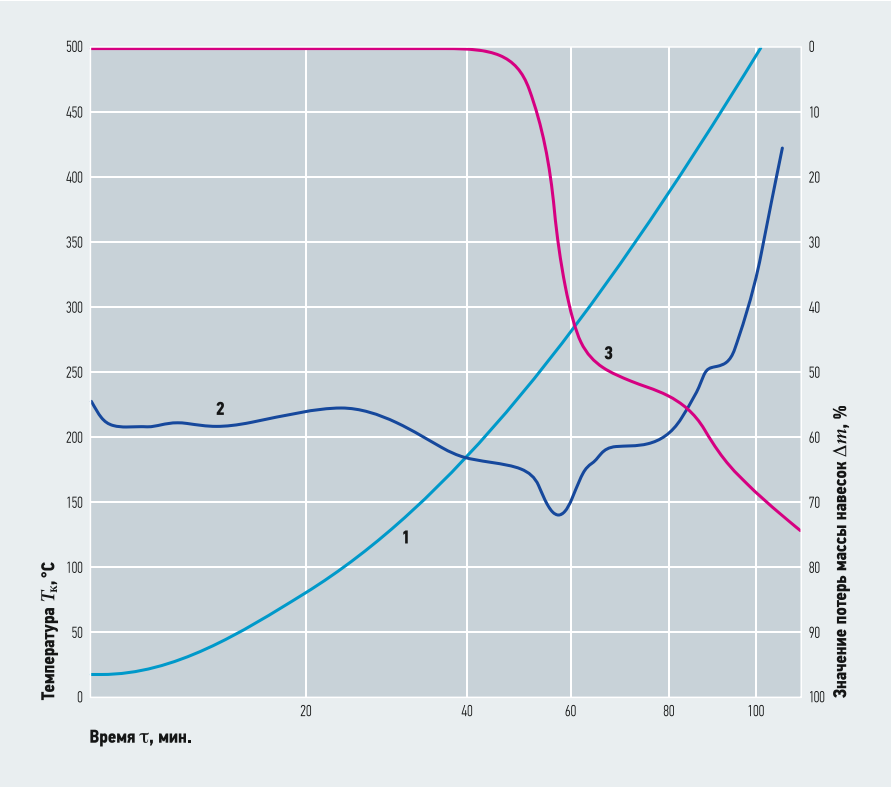


Рис. 1. Дериватограммы зависимостей от времени температуры (а) **потерь массы** (б) [**1** — подъём температуры $T_д$; 2 — дифференциального термического анализа (ДТА); **3** — термогравиметрии (ТГ), выкопировка из [2]; τ — время; Δm — потеря массы; $T_д$ — температура]

Выборка из экспертного Заключения [1] табл. 1

№	Пункт Заключения
1	Произведена оценка долговечности трубы гофрированной двухслойной для безнапорной и ливневой канализации производства ООО «Климовский трубный завод», номинальный наружный диаметр трубы 200 мм, толщина стенки внутреннего слоя белого цвета 1,1 мм
2	Экспресс-оценка долговечности трубы по [6, 7]
3	Значение энергии активации термоокислительной деструкции E материала трубы рассчитывали методом Бройдо по данным динамической термогравиметрии (Приложение В [6])
4	Труба изготовлена из полиэтилена высокой плотности хорошего качества (эффективно термостабилизированного), о чем свидетельствует довольно высокое значение энергии активации термоокислительной деструкции E, равное 130 кДж/моль
5	В безнапорных канализационных системах с малым постоянным давлением сточной жидкости, не превышающем 0,1 МПа, создаётся напряжение в стенке (при наружном диаметре 200 мм и толщине стенки 1,1 мм и коэффициенте запаса прочности 1,0): $\sigma_{ст} = 1{,}0 \times [0{,}1 \times (200 - 1{,}1)]/(2 \times 1{,}1) = 9$ МПа
6	$\sigma_{ст} = 9$ МПа понижает энергетический барьер разрыва химических связей гидравлическим давлением на величину $\sigma_{ст} = 1{,}6 \times 9{,}0 = 14$ кДж/моль
7	Полная вертикальная нагрузка, действующая на трубу и возникающая от напора грунта и грунтовой воды, а также от нагрузки транспортного движения не превышает 3 МПа
8	Полная вертикальная нагрузка в 3 МПа понижает энергетический барьер разрыва химических связей в макромолекулах полиэтилена — 5 кДж/моль
9	Уменьшение энергии активации деструкции химических связей при постоянном физическом воздействии жидкой среды вследствие действия эффекта Ребиндера $\Delta E_{мв}$ равно 3 кДж/моль
10	Снижение потенциального барьера разрыва химических связей полиэтилена за счёт химического воздействия транспортируемых сточных жидкостей составит не более 12 кДж/моль
11	Расчётное значение $E_р$, определяющее долговечность, равно: $130 - 14 - 5 - 3 - 12 = 96$ кДж/моль
12	Долговечность при постоянной температуре трубы 25 °С составит: $\tau_{25°} = [10^{(-0{,}1167 \times 96 - 0{,}936)} e^{(96/2{,}476)}]/365 = (10^{-12{,}14} \times 6{,}9 \times 10^{+16{,}0})/365 = 137$ лет.
13	Долговечность при постоянной температуре трубы 30 °С составит: $\tau_{30°} = [10^{-12{,}14} e^{(96/2{,}518)}]/365 = 72$ года.
14	Вывод: испытанная гофрированная двухслойная труба обладает высокой долговечностью — 72 года при температуре сточной жидкости 30 °С постоянно, что в 1,5 раза превышает минимум долговечности трубной продукции (50 лет), установленный в [7]
15	Вывод распространяется на трубную продукцию производства ООО «Климовский трубный завод» всех типоразмеров (номинальный наружный диаметр — от 110 до 1200 мм; толщина стенки внутреннего слоя — от 1 до 5 мм) при условии, что все трубы изготавливаются из полиэтилена высокой плотности такого же качества, что и труба, подвергнутая экспертизе

а2. Значение энергии активации определяют расчётным путём по потере массы навески материала изделия от воздействия температуры при нагревании с заданной скоростью в определённом интервале температур.

а3. Для испытания используют навески материалов, подготовленные в соответствии с требованиями стандартов на методики определения долговечности конкретных изделий. Навески испытуемого и эталонного материалов массой по 200 ± 1 мг помещают в керамические тигли (их предварительно прокаливают при температуре 600 °С в течение 1 ч, затем выдерживают при комнатной температуре в течение 2 ч), а потом взвешивают. Тигли платиновые (для контроля точности прибора) и керамические (для проведения испытаний) имеют объём от 0,5 до 1,0 см³. Размеры и форма тиглей должны соответствовать указанным в эксплуатационной документации к дериватографу.

Дериватограф обеспечивает нагревание навески исследуемого материала массой до 500 мг с погрешностью ± 1 мг в диапазоне температур от 20 до 500 °С со скоростью подъёма температуры от 5 до 10 °С в минуту. Весы аналитические (по ГОСТ 24104) обеспечивает точность взвешивания не более 0,2 мг.

Эталонный материал (для записи ДТА) — порошок химически чистого оксида алюминия (Al_2O_3).

При проведении опытов устанавливают тигли с испытуемым и эталонным материалами в дериватограф и проводят настройку дериватографа в соответствии с инструкцией по эксплуатации: чувствительность по определению массы — 200 мг на 100 делений; чувствительность сигнала ДТА-1/5, ДТГ — 1/10; чувствительность по определению температуры — 500 °С на 100 делений; время записи диаграммы — 100 мин.; скорость нагревания — 5 °С/мин. Включают дериватограф и нагревают навеску до температуры 500 °С. Одновременно, в соответствии с инструкцией по эксплуатации к дериватографу, производят запись дериватограммы (рис. 1).

а4. На полученной дериватограмме отмечаются значения потерь массы навесок Δm в процентах с точностью до 0,1 % с шагом 10 °С для полиэтилена низкого давления при температурах 350–410 °С.

а5. Для каждой температуры вычисляются значения двойных натуральных логарифмов $\ln[\ln 100/(100 - \Delta m)]$, далее строится график прямолинейной зависимости $\ln[\ln 100/(100 - \Delta m)]$ от обратной температуры $T_д$ с использованием метода наименьших квадратов.

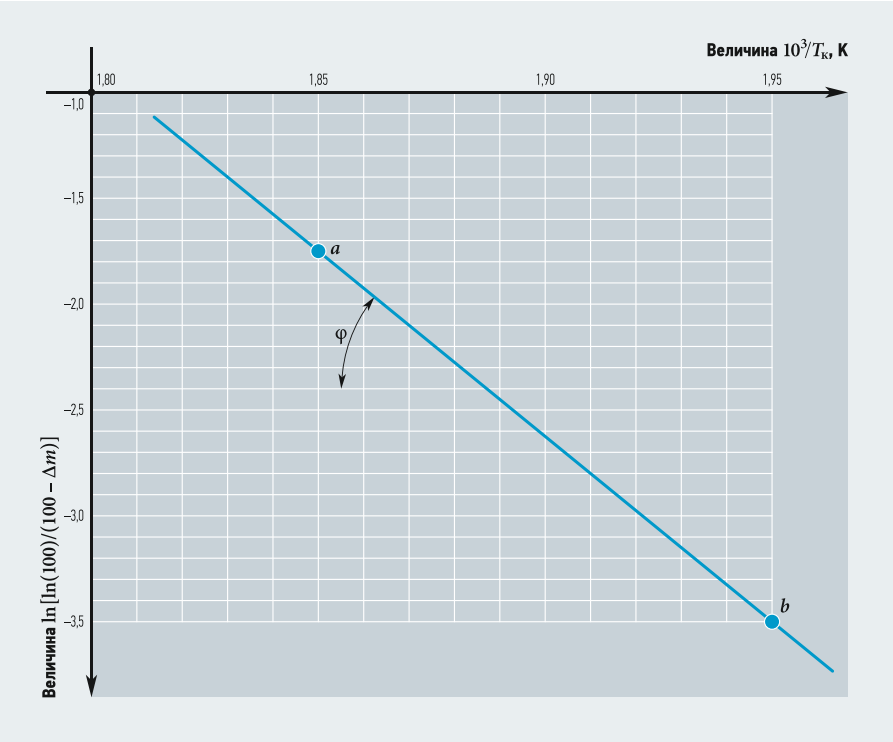


Рис. 2. График зависимости угла двойного логарифма потерь массы от обратной температуры, выкопировка из [2] ($T_д$ — температура; Δm — потеря массы, $tg(\varphi)$ — тангенс угла наклона полученной прямой к оси ординат)

При этом на оси абсцисс откладывают величины $10^3/T_д$, где $T_д$ — значения температуры [К] при испытании, а на оси ординат — величины $\ln[\ln 100/(100 - \Delta m)]$. Вычисляется с точностью до 0,1 тангенс угла наклона φ построенной прямой линии к оси ординат. В качестве примера для участка a–b (рис. 2):

$$tg(\varphi) = \frac{3{,}5 - 1{,}75}{1{,}95 - 1{,}85} = 17{,}5.$$

Значение энергии активации E вычисляют по формуле

$$E = R\,tg(\varphi), \text{ кДж/моль}, \qquad (2)$$

где R — универсальная газовая постоянная, $R = 8{,}31 \times 10^{-3}$ кДж/(моль·К).

Для этого же участка a–b (рис. 2) имеем $E = R\,tg(\varphi) = 8{,}31 \times 17{,}5 = 145$ кДж/моль.

Реплика: Здесь следует обратить внимание на то, что куда-то исчез множитель 10^{-3}.

а6. Расчётную долговечность изделия $\tau_{T_э}$ [годы] при конкретном значении температуры эксплуатации определяют по следующей формуле:

$$\tau_{T_э} = \frac{C e^{\frac{E_д}{R T_э}}}{m}, \qquad (3)$$

где $E_д$ — энергия активации, определяющая уровень долговечности изделий, кДж/моль (для каждого класса полимера приводится в стандартах на методы определения долговечности конкретных изделий); $T_э$ — температура эксплуатации (температура транспортируемой среды), К; C — коэффициент, характеризующий скорость процесса деструкции, ч (для каждого класса полимера приводится в стандартах на методы определения долговечности конкретных изделий); m — коэффициент перевода долговечности в годы, для полиэтиленов ПЭНД, ПЭВП и ПЭСП — $m = 365$.

Нельзя признать правомерность произвольного выбора не только значений, но и самих факторов, которые, по мнению авторов, действуют на трубу из полиэтилена с двойной стенкой в условиях эксплуатации подземной самотёчной системы водоотведения

Реплика: Здесь следует сразу же заметить, что ни в одном, как в отечественном, так и в зарубежном стандарте, да и в других нормативах (ГОСТ, ТУ, DIN, EN и т.п.) на полимерные трубные изделия обнаружить даже упоминания об энергии активации материала $E_д$ и коэффициенте, характеризующим скорость процесса его деструкции C, не удалось.

Расчётная долговечность изделия $\tau_{общ}$ [годы] при переменных значениях температуры эксплуатации изделия определяется по следующей формуле:

$$\tau_{общ} = \tau_{T_э} \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{m_i}{\sum m_i} \right), \qquad (4)$$

где m_i — число часов воздействия конкретных значений температуры эксплуатации; $\sum m_i$ — общее число часов воздействия переменных значений температуры эксплуатации; $\tau_{T_э}$ — долговечность [год] изделия при конкретном значении температуры эксплуатации изделия.

Б. Нельзя признать правомерность произвольного выбора в Заключении (строки 5, 7, 8, 12–14, табл. 1) не только значений, но и самих факторов, которые, по мнению авторов, действуют на трубу из полиэтилена с двойной стенкой в условиях эксплуатации подземной самотёчной системы водоотведения. Абсолютно непонятно, откуда взялось постоянное давление сточной жидкости, не превышающее 0,1 МПа, (строка 5, табл. 1).

Далее, совершенно непонятно, на каком основании определили растягивающие напряжения 9 МПа в стенке внутреннего слоя двухслойной трубы по формуле Надаи.

Реплика: В нормативах никаких данных о напряжённо-деформированном состоянии (НДС) таких труб нет. Далее (строка 7, табл. 1) — величина полной вертикальной нагрузки, действующей на трубу на глубине залегания до 4 м и возникающей от напора грунта и грунтовой воды, а также от нагрузки транспортного движения 3 МПа. Если учитывать только бытовое давление грунта, например, тяжёлой глины (плотность $\rho = 2$ т/м^3), то высота грунта над трубой составит $h = 150$ м. Почему приняты постоянные температуры стоков 25 и 30 °С (строки 12–14, табл. 1)? Практика показывает, что температура в подземных трубопроводах систем водоотведения близка к нормальной (≈20 °С), что значительно меньше указанных значений. Расчётные [7, табл. А6] долговечности полиэтиленовых труб — 825 лет (для 20 °С) и 202 (для 30 °С), а не 72 года (строка 13 табл. 1).

В. Нельзя согласиться с правомерностью произвольного назначения в Заключении величин энергетических барьеров разрыва химических связей (строки 6, 8–11, табл. 1).

Невозможно себе представить, каким образом удалось связать *«растягивающее напряжение 9 МПа (строка 6, табл. 1) в стенке внутреннего слоя с понижением энергетического барьера разрыва химических связей на 14 кДж/моль»*.

Реплика: Где обоснование того, что разрыв внутреннего слоя двухслойной трубы необходимо считать критичным состоянием для подземного безнапорного трубопровода?

Нельзя согласиться [8] с тем, что полная вертикальная нагрузка в 3 МПа понижает энергетический барьер разрыва химических связей в макромолекулах полиэтилена на 5 кДж/моль, а уменьшение энергии активации деструкции химических связей $\Delta E_{мв}$ при постоянном физическом воздействии жидкой среды (вследствие действия эффекта Ребиндера) равно 3 кДж/моль, и в то же время добавляется снижение потенциального барьера разрыва химических связей полиэтилена за счёт химического воздействия транспортируемых сточных жидкостей — 12 кДж/моль. В то же время, в [2] это влияние не учитывается.

Г. Нет никаких оснований для использования суперпозиции вышеуказанных факторов, влияющих на понижение энергетических барьеров разрыва химических связей (строка 11, табл. 1): *«расчётное значение E_p, определяющее долговечность, равно: 130 – 14 – 5 – 3 – 12 = = 96 кДж/моль»*.

Е. Нигде и никак не обоснована формула, по которой вычисляется долговечность полиэтиленовых труб с двухслойной стенкой в составе подземного самотёчного трубопровода водоотведения (строки 12 и 13, табл. 1):

$$\tau_{25^\circ} = \frac{10^{-0,1167\times 96-0,936}\, e^{\frac{96}{2,476}}}{365} = \frac{10^{-12,14}\times 6,9\times 10^{+16,0}}{365} = 137 \text{ лет.}$$

$$\tau_{30^\circ} = \frac{10^{-12,14}\, e^{\frac{96}{2,518}}}{365} = 72 \text{ года.}$$

Реплика: Отношение 137 (строка 12, табл. 1) и 72 (строка 13, табл. 1) составляет примерно 1,9. Там же:

$$\frac{e^{\frac{96}{2,476}}}{e^{\frac{96}{2,518}}} = e^{\frac{\frac{96}{2,476}}{\frac{96}{2,518}}} = e^{\frac{2,518}{2,476}} \approx e^{1,017} = 2,72^{1,017} = 2,76.$$

Итого расхождение приблизительно в 1,5 раза. *«Где правда, Зин?»*

Д. Нет никаких оснований считать, что представленная на экспертизу труба удовлетворяет (строка 14, табл. 1) требованиям [7], предъявляемым к трубной продукции, то есть её долговечность превышает 50 лет, да и таких требований в [7] нами не обнаружено.

Реплика: Но зато в [7] приводятся «фантастические» значения долговечностей: τ = 825, 202, 54, 16 и 4,9 лет полиэтиленовых труб, эксплуатируемых в сетях канализации при температурах стоков t = 20, 30, 40, 50 и 60 °С, соответственно.

Е. Суть метода [7] определения долговечности по энергии активации термоокислительной деструкции полимерных материалов, применительно к рассматриваемой проблеме (строки 2 и 14, табл. 1), можно представить так:

Установить, откуда взята формула (5), не удалось. Однако в [9] приводится идентичная формула, значения коэффициентов в которой определены математической обработкой массива экспериментальных данных, полученных при длительном старении плёнок из порошковых полиэфирных красок различных производителей

е1. Расчётную долговечность труб $\tau_{T_э}$ [годы] определяют по формуле

$$\tau_{T_э} = \frac{10^{\alpha(E-\Delta E_{мв}-\gamma\sigma)+\beta}\, e^{\frac{E-\Delta E_{мв}-\gamma\sigma}{RT_э}}}{m}, \qquad (5)$$

где α и β — эмпирические коэффициенты, для полиэтилена ПЭНД α = –0,1167 и β = –0,936; E — значение энергии активации [кДж/моль], определяемое по [6]; $\Delta E_{мв}$ — уменьшение энергии активации испытываемого материала при постоянном воздействии жидкой среды (уменьшение энергии межмолекулярных взаимодействий на поверхности труб вследствие эффекта Ребиндера), для систем канализации из полиэтиленовых труб $\Delta E_{мв}$ = 3 кДж/моль; γ — структурночувствительный коэффициент материала трубы, для труб из полиэтилена (ПЭНД) γ = 1,6 кДж/(моль·МПа); $\sigma_р$ — расчётное напряжение в стенке трубы [МПа], определяемое по формуле Надаи:

$$\sigma_р = 0,5\, SF\, P_р \left(\frac{d-s}{s}\right), \qquad (6)$$

где $P_р$ — рабочее давление среды (теплоносителя, воды, газа) в трубе, МПа; d — наружный диаметр трубы, мм; s — толщина стенки трубы, мм; SF — коэффициент запаса прочности, принимаемый для систем канализации SF = 1,0.

Реплика: Установить, откуда взята формула (5), не удалось. Однако в [9] приводится идентичная формула, которая позиционируется как полученная авторами [3–7], значения коэффициентов в которой определены математической обработкой массива экспериментальных данных, полученных при длительном (в течение шести месяцев) старении плёнок из порошковых полиэфирных красок различных производителей.

Судить о достоверности (5), полученной в результате аппроксимации каких-то экспериментальных данных, не представляется возможным ввиду их отсутствия. Однако согласиться с результатами, полученными по (5) и приведёнными в [1] (строки 11–15, табл. 1), также никак нельзя.

В то же время, в работе [4] для систем подземного самотёчного водоотведения уменьшение энергии межмолекулярных взаимодействий на поверхности полиэтиленовых труб (вследствие эффекта Ребиндера) принято равным 1 кДж/моль.

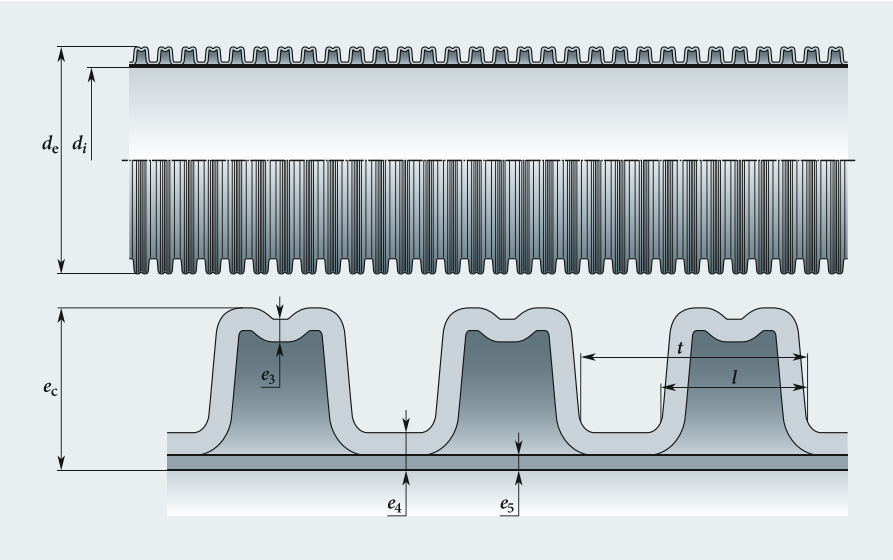


Рис. 3. Двухслойные профилированные трубы «Корсис», выкопировка из ТУ 2248-001-73011750–2005 (d_e и d_i — наружный и внутренний диаметры; e_c — высота гофра; e_3, e_4 и e_5 — толщины стенок гофра, трубы во впадине и внутреннего слоя; t и l — шаг и ширина выступа гофра)

Здесь следует заметить, что в трубопроводах подземной канализации (да и во внутренней тоже), нет рабочего давления, там давления нет вообще. Давление, могущее возникнуть в таком трубопроводе при засорах, носит эпизодический характер и на прочностное поведение труб, как показывает более чем полувековая практика, не оказывает никакого влияния. В этой связи можно с полным на то основанием считать, что достойных внимания растягивающих напряжений, определяемых по (6), в стенках труб вообще не бывает. Относительно геометрических характеристик (d и s) труб с двухслойной стенкой на случай действия в них внутреннего давления достаточно адекватного подхода до сих пор ещё не сложилось.

Реплика: Здесь вызывают недоумение цифры, указанные в [6], для полиэтилена ПЭВД — $m = 1$ и поливинилхлорида — $m = 8760$. Этого быть не должно — в одной и той же формуле (1) [7] коэффициент m имеет разные размерности (сутки, годы и часы для ПЭНД, ПЭВД и ПВХ, соответственно).

Заметим, что в трубопроводах подземной и внутренней канализаций нет рабочего давления. Давление, могущее возникнуть в таком трубопроводе при засорах, носит эпизодический характер и на прочностное поведение труб, как показывает более чем полувековая практика, не оказывает никакого влияния

e2. Номинальное значение энергии активации E для систем канализации из труб из полиэтилена (ПЭНД) не должно быть менее 109 кДж/моль.

Реплика: Это требование не увязывается с тем, что значение энергии активации E должно определяться по [6] — см. обозначения к (5) выше, здесь значение установленное (строка 3, табл. 1) — 130 кДж/моль (строка 4, табл. 1).

e3. При значении энергии активации термоокислительной деструкции 107 кДж/моль расчётные величины долговечности τ труб, применяемых в системах канализации, будут составлять 825, 202, 54, 16 и 4,9 лет при температурах сточной жидкости $t = 20$, 30, 40, 50 и 60 °C, соответственно.

Реплики:

1. Здесь $E = 107$ кДж/моль, что не соответствует требованию (см. пункт e2, где $E = 130$ кДж/моль).

2. Такие значения долговечности τ труб в системах канализации (при температурах сточной жидкости $t = 20$, 30, 40, 50 и 60 °C $\tau = 825$, 202, 54, 16 и 4,9 лет, соответственно) противоречат существующим представлениям по данному вопросу, а также имеющейся практике эксплуатации канализационных трубопроводов. Если бы это было так, то для устройства подземных безнапорных канализационных трубопроводов (температура стоков в которых ≈20 °C в течение всего срока эксплуатации) использовались бы полиэтиленовые трубы с минимально возможными (толщина стенок которых принимается только из конструктивных соображений) кольцевыми жёсткостями

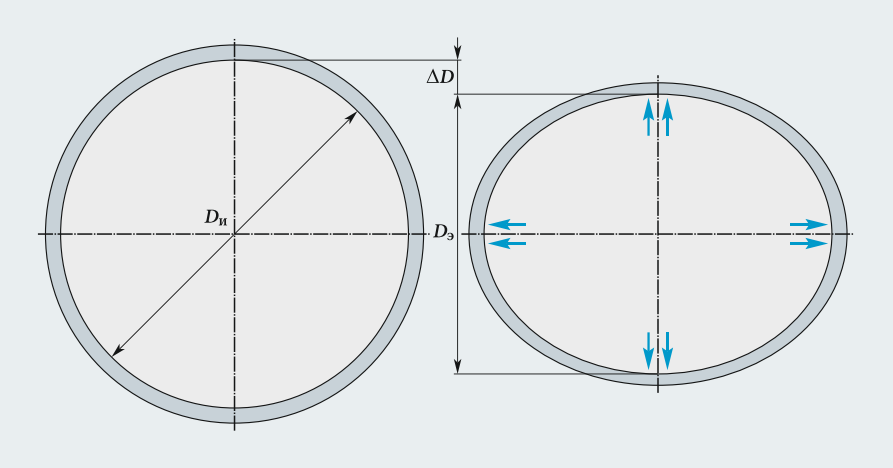


Рис. 4. Поперечные сечения труб: исходное (слева) **и при эксплуатации** (справа) [$D_и$, $D_э$ — исходный и при эксплуатации диаметры поперечного сечения трубы; ΔD — разность диаметров]

0,675 кПа. На практике же используются полиэтиленовые трубы с двухслойными стенками (рис. 3) с кольцевыми жёсткостями (табл. 2) $SN = 6$, 8 и 10 кПа (ТУ 2248-001-73011750–2005 и ТУ 2248-031-73011750–2014), для которых определён расчётный прогнозный срок службы в составе подземного канализационного трубопровода 50 лет (при соблюдении расчётных параметров производства земляных работ).

3. Нельзя согласиться с выводом (строка 14, табл. 1) о том, что *«труба из полиэтилена с двухслойной стенкой с наружным диаметром $d_н = 200$ мм и толщиной стенки внутреннего слоя 1,1 мм в условиях эксплуатации системы подземного самотёчного водоотведения при температуре сточной воды, не превышающей 30 °С (постоянно), удовлетворяет требованиям [7] долговечности (не менее 50 лет)»*, так как даже неясно, о трубе (см. рис. 3) с какой из двух кольцевых жёсткостей ($SN = 6$ или 8 кПа, строка 3, столбцы 7 и 8, см. табл. 2) идёт речь.

4. Нет никаких оснований считать долговечность для всех размеров труб из полиэтилена с двухслойной стенкой с кольцевыми жёсткостями $SN = 6$, 8 и 10 кПа (табл. 2) более 50 лет (строка 15, табл. 1).

Долговечность полиэтиленовых труб с двухслойной стенкой в составе подземного безнапорного трубопровода водоотведения может быть определена в свете современных представлений только расчётом по второму предельному состоянию — по затруднению нормальной его эксплуатации [10]. При проведении расчётов в качестве критерия для выбора оптимальных труб принимают допустимую степень овализации $\varphi = \Delta D/D_и$ (рис. 4) их поперечного сечения под действием грунтовых, транспортных и других нагрузок с учётом технологии выполнения земляных работ [11].

Полученные значения долговечности труб в системах канализации противоречат существующим представлениям по данному вопросу, а также имеющейся практике эксплуатации канализационных трубопроводов. Иначе бы для устройства трубопроводов использовались бы полиэтиленовые трубы с минимальными кольцевыми жесткостями

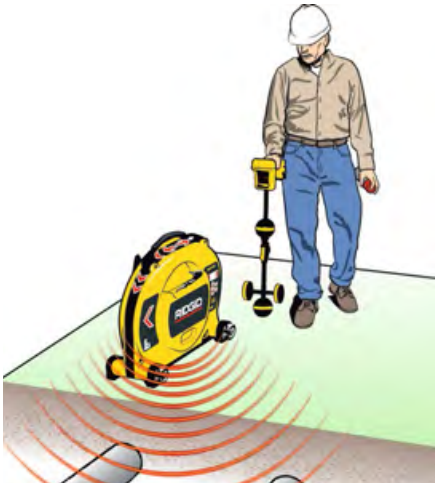
Тему о том, как следует осуществлять расчёты долговечности труб гофрированных двухслойных из полиэтилена для безнапорной и ливневой канализации [12], в случае заинтересованности широкой научно-технической общественности, можно будет раскрыть в следующих номерах журнала.

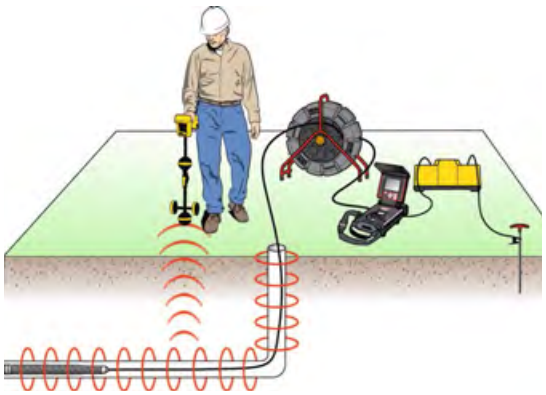
Размеры полиэтиленовых гофрированных труб для канализации «Корсис»* табл. 2

DN / OD		$d_н$	d_i	e_c	e_3 для SN = 6**	e_3 для SN = 8**	e_5 для SN = 6**	e_5 для SN = 8**	e_4	t	l
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	**110 / 91**	110	91	8,7	0,45	0,5	0,55	0,8	1,0	12,6	8,6
2	**160 / 139**	160	139	10,0	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	12,6	9
3	**200 / 176**	200	176	13,0	0,6	0,7	1,1	1,1	1,4	16,5	12
4	**250 / 216**	250	216	15,0	0,7	0,8	1,4	1,4	1,7	37	23
5	**315 / 271**	315	271	21,0	0,9	1,2	1,6	1,6	1,9	42	27
6	**400 / 343**	400	343	26,0	1,2	1,5	2,0	2,0	2,3	49	30
7	**500 / 427**	500	427	33,0	1,4	1,7	2,8	2,8	2,8	58	38
8	**630 / 535**	630	535	45,0	1,6	1,9	3,3	3,3	3,3	75	47
9	**800 / 687**	800	678	55,0	1,7	2,1	4,1	4,1	4,1	89	56
10	**1000 / 851**	1000	851	71,0	2,0	2,4	5,0	5,0	5,0	98	60
11	**1200 / 1030**	1200	1030	79,0	2,2	2,6	5,0	5,0	5,0	110	80

* Выкопировка из ТУ 2248-001-73011750–2005. ** Производятся трубы с SN = 10 кПа по ТУ 2248-031-73011750–2014.

1. Крыжановский В.К., Бурлов В.В. Пластмассовые детали технических устройств (выбор материала, расчёт). Интернет-ресурс: www.ft-publishing.ru.
2. Отставнов А.А. Влияние грунтов на прочность безнапорных пластмассовых трубопроводов: В сб. науч. трудов ОАО «НИИМосстрой» «Новое в технологии и организации строительного производства». — М.: Мосоргстрой, 1978.
3. Экспертное Заключение о долговечности труб двухслойных гофрированных производства ООО «Климовский трубный завод» для безнапорной и ливневой канализации [по показателю энергии активации термоокислительной деструкции полимерного материала (СТБ 1333.2–2002)]. Прил. к статье «Опыт применения труб "Корсис" в системе ливнестока». Интернет-ресурс: www.polyplastic.by.
4. Экспертное Заключение о долговечности труб из полиэтилена спиральновитых с полой стенкой «Спиролайн» производства ООО «ТТЗ» для систем подземного самотёчного водоотведения [по показателю энергии активации термоокислительной деструкции полимерного материала (СТБ 333.0–2002)]. Интернет-ресурс: www.polimer-trub.ru.
5. Экспертное Заключение о долговечности двухслойной полиэтиленовой трубы «Корсис», изготовленной согласно ТУ BY390353931.008–2011, и напорной полиэтиленовой трубы, произведённой по ГОСТ 18599–2001, при их эксплуатации в условиях светопогодных факторов [по показателю энергия активации термоокислительной деструкции, СТБ 1333.0–2002 и 1333.2–2002]. Прил. к статье «Опыт применения труб "Корсис" в системе ливнестока». Интернет-ресурс: www.polyplastic.by.
6. СТБ 1333.0–2002 «Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности по энергии активации термоокислительной деструкции полимерных материалов». Интернет-ресурс: www.gost-snip.su.
7. СТБ 1333.2–2002 «Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности труб полимерных для инженерно-технических систем».
8. Бондарев В.В. Физико-химическое влияние жидких сред на механические свойства полиэтилена и полипропилена: РГБ ОД 61:85-2/63, Автореф. на соиск. уч. ст. к.т.н., Интернет-ресурс: www.dslib.net.
9. Кухта Т.Н., Прокопчук Н.Р. Экспресс-метод оценки долговечности покрытий из порошковых красок // Изв. Акад. наук Беларуси. Физ.-техн. науки, №1/2014.
10. Две группы предельных состояний. Интернет-ресурс: http://msd.com.ua.
11. Храменков С.В., Примин О.Г., Отставнов А.А. Использование полиэтиленовых труб для систем водоснабжения и водоотведения. — М.: Современная полиграфия, 2010.
12. Отставнов А.А., Бусахин А.В., Колубков А.Н., Токарев Ф.В. Рекомендации по проектированию, монтажу, эксплуатации, ремонту и утилизации самотёчных трубопроводов из труб из полиолефинов со структурированной стенкой. — НОСТРОЙ / НОП 2.17.7–2013.





Трассопоиск в российских реалиях

В нашей стране использование трассоискателей для локации подземных коммуникаций имеет давнюю историю. К сожалению, массового внедрения этих полезных приборов в хозяйственную деятельность до сих пор не произошло. Богатые функциональные возможности современных моделей зачастую остаются невостребованными профессиональными потребителями, не поспевающими за стремительным развитием современной электроники.

Попробуем проанализировать, какие актуальные для нашей страны задачи могут более эффективно, легко и быстро решаться с помощью трассопоискового оборудования, и как пользователям стоит выбирать такие приборы.

Изыскания для строительства

Для проектирования любого объекта на отведённом участке необходимо знать о составе грунтов, характерных точках рельефа, наличии и состоянии зданий и сооружений, подземных и надземных коммуникаций сетей. Так что инженерно-геодезические и инженерно-геологические изыскания для строительства — это одна из тех сфер, в которых не обойтись без использования трассопоискового оборудования.

«В соответствии с российским законодательством, для согласования проекта местными органами архитектурно-строительного надзора у девелопера должны быть свежие, не старше двух лет, результаты инженерных изысканий, — рассказывает Иван Печеркин, директор компании ООО “Геосектор” (город Екатеринбург), оказывающей услуги по комплексным инженерным изысканиям для строительства, а также поиску подземных коммуникаций и бурению скважин на воду. — *Мы выполняем такие работы для коттеджных посёлков, промышленных и аграрных предприятий, объектов дорожной инфраструктуры. В последние годы особенно много заказов на изыскания для проектов реконструкции электрических сетей и подземных линий связи. Во всех случаях для составления планов подземных коммуникаций используется трассопоисковое оборудование».*

По мнению специалиста, одно из самых трудных мест для работы — это территории заводов. Большое скопление разнообразных коммуникаций создаёт сильный электромагнитный «шум», который мешает работе трассоискателей. В подобных условиях дешёвые модели приборов с небогатым функционалом оказываются беспомощны и «слепы». Вместе с тем любые ошибки локации в таких случаях недопустимы.

Для проектирования объекта на отведённом участке необходимо знать о составе грунтов, характерных точках рельефа, наличии и состоянии зданий и сооружений, подземных и надземных коммуникаций сетей

Автор: О.Д. ФРОЛОВА, пресс-секретарь компании Ridgid

«Обычно проведение инженерно-геологических изысканий включает бурение скважин для отбора проб грунта. Чтобы избежать повреждения коммуникаций на территории действующего производства, нам приходится работать в тесной кооперации с геологами. С помощью трассоискателя мы намечаем для них места, безопасные для бурения, — отмечает Иван Печеркин. — *В частности, в таком режиме мы проводили изыскания на территории Златоустовского агломерационного цеха ОАО "Челябинский электрометаллургический комбинат"».*

Безопасные земляные работы

В СМИ регулярно появляются новости о повреждении тех или иных коммуникаций во время строительных работ. Причём чаще всего страдают подземные электрические кабели и линии связи. Относительно недавно, в июне 2014-го года, из-за обрыва силового кабеля при проведении земляных работ в подмосковной Балашихе остались без электричества 12 тыс. человек.

Причиной подобной аварии может быть как человеческий фактор, так и отсутствие актуальных планов размещения подземных коммуникаций.

«При проведении изысканий на участке мы всегда указываем строителям, какие есть пересечения с существующими трассами и на какой глубине, чтобы избежать их повреждения, — говорит Иван Печеркин. — *Но даже когда в распоряжении строителей есть точные планы всех коммуникаций, при проведении земляных работ с участием тяжёлой техники необходим постоянный контроль. Так, например, мне известен пример строительной компании, занимающейся прокладкой электрических линий, где мастер с трассоискателем следит за тем, чтобы экскаватор не повредил близлежащие трубопроводы или кабели».*

Таким образом, применение трассопоискового оборудования становится дополнительным способом снижения рисков для строительных организаций. Ведь при повреждении коммуникации им придётся оплачивать все расходы по её восстановлению.

Инвентаризация подземного имущества

Телекомы, газовые, электро- и теплосетевые компании, а также муниципальные водоканалы заинтересованы в точной и актуальной информации обо всех коммуникациях, находящихся на их балансе. Недостаток данных об их состоянии, а также устаревшие или неточные топографические планы подземных сетей мешают своевременно решать инженерные вопросы. Увеличиваются и риски повреждения коммуникаций при строительных работах. Так что ещё одной сферой применения трассопоискового оборудования является инвентаризация подземного хозяйства.

При этом операторам трассоискателей одновременно приходится решать совершенно разные задачи. Так, в городской черте со сложившейся застройкой, где подземные сети развиваются десятилетиями, нужно выделить определённый трубопровод или кабель среди плотного клубка разнообразных коммуникаций. С другой стороны, при работе в «чистом поле» нужно найти и протрассировать единственный кабель или трубопровод на большой территории, зачастую под снегом, льдом и грязью, без каких-либо чётких ориентиров. *«Среди самых масштабных работ, выполненных нашей компанией — проведение инвентаризации медных и оптоволоконных линий связи ОАО "Ростелеком". Всего около трёхсот километров трасс по лесам, полям, болотам вдоль Свердловского тракта с ответвлениями в города,* — рассказывает Иван Печеркин. — *Самая сложная часть задачи — найти кабель на местности. Затем через кабельную муфту подсоединяешься к линии генератором — и её можно трассировать в обе стороны. Мы использовали трассоискатель Ridgid SeekTech SR-60 с генератором ST-510 мощностью 10 ватт, который позволяет детектировать протяжённые коммуникации на дистанции до 14 километров от точки подключения (медные кабели связи)».*

Особую проблему представляет инвентаризация неметаллических (керамических, полимерных и бетонных) труб. В последние годы они всё шире применяются для прокладки трубопроводов разного назначения. Например, полиэтиленовые трубы используются для газовых сетей низкого и среднего давления, а трубы из полипропилена или ПВХ — для устройства канализационных коллекторов. Строительными требованиями рядом с полимерными трубопроводами предписывается укладка провода-спутника (выводится на поверхность земли для подключения генератора при поиске) или использование специализированных сигнальных лент (например, ЛСГ-200 для газовых или ЛСК-200 для канализационных труб). Но, если токопроводящие сигнальные элементы по каким-то причинам не использовались, неметаллическая труба становится «невидима» для приборов.

«Для трассировки подобных трубопроводов можно рекомендовать совместное использование видеодиагностического оборудования и высокочувствительного локатора. Кабель видеодиагностики располагается в трубе, и на него подаётся напряжение. В таком случае не составит труда отследить его трассоискателем с поверхности», — рассказывает Александр Петрашевич, инженер по продажам российского подразделения компании Ridgid.

Прибор против воришек

Трассопоисковое оборудование также помогает выявлять незаконные подключения к трубопроводам и кабелям. Это особо актуально для муниципальных водоканалов, которые вынуждены бороться с несанкционированным водоотбором и врезками в канализационную сеть. Причём речь тут идёт не только об упущенной прибыли. Например, через незаконные врезки в канализационные коллекторы могут сбрасываться вещества, опасные для трубопроводов и очистных сооружений. Нелегальные врезки давно стали головной болью и для организаций, эксплуатирующих нефте- и газопроводы низкого давления. Тут кустарно выполненные отводы порой становятся причиной разливов нефти и аварий на газопроводах.

Для обнаружения врезок в металлический трубопровод специалисты рекомендуют использовать трассоискатель в активном режиме. С помощью индукционных клещей к исследуемой трубе подключается генератор, и затем ищутся отводы на расстоянии 0,5–1,0 м по обе стороны от коммуникации.

Для поиска врезок из неметаллических труб рекомендуется использование трассоискателя совместно с видеоинспекционным оборудованием.

«Миниатюрный передатчик находится непосредственно в видеоголовке инспекционной системы, например, SeeSnake Plus, которая работает в трубах диаметром 50–300 миллиметров и имеет дальность действия до 99 метров, — говорит Александр Петрашевич (Ridgid). — *Оператор визуально выявляет место незаконной врезки в просвете трубы, а сигнал передатчика позволяет с большой точностью определить место на поверхности земли. Точно так же можно локализовать место засора или повреждения трубы для последующего ремонта».*

Критерии выбора

На нашем рынке сейчас представлены десятки моделей трассоискателей, как отечественных, так и зарубежных производителей, а цены на них варьируются от 50 до 500 тыс. рублей. Причём, как ни странно, российские приборы могут быть ничуть не дешевле импортных при гораздо более скромных функциональных возможностях.

Например, многие модели имеют всего две-три наиболее часто используемые рабочие частоты: 50 Гц для обнаружения силовых кабелей под напряжением и 100 Гц — для трассировки стальных труб под катодной защитой. В более «продвинутых» зарубежных моделях представлен гораздо более широкий диапазон рабочих частот — от 10 Гц до 35 кГц, причём их выбор может происходить как вручную, так и в автоматическом режиме. Это значительно увеличивает разрешающую способность и чувствительность

прибора в условиях обилия разнообразных коммуникаций и сильного электромагнитного «шума».

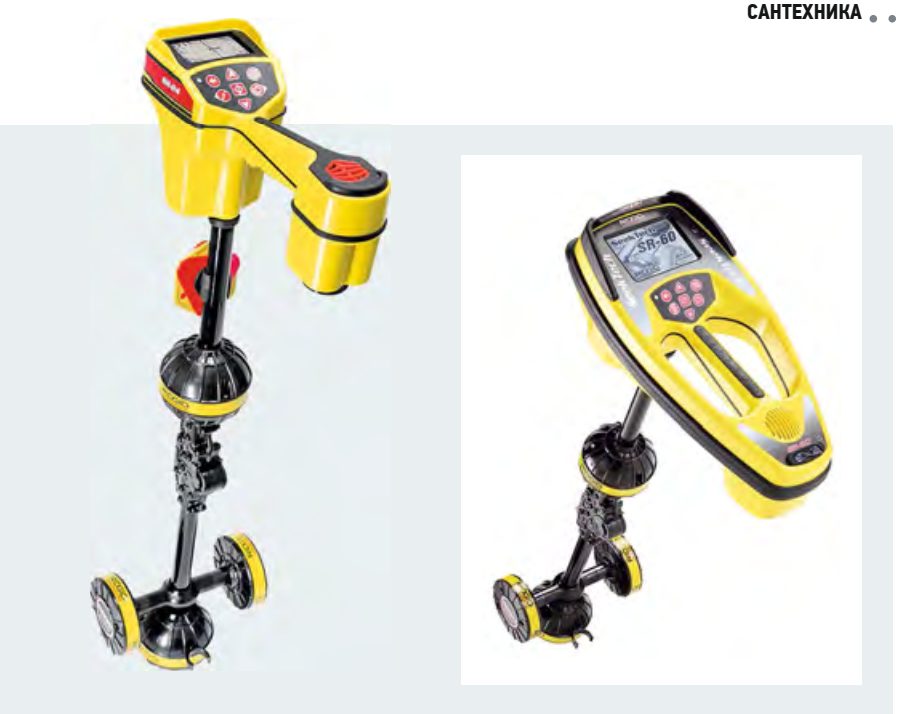
Конечно, универсальность трассоискателя нужна далеко не всем. Хорошая иллюстрация этому — сообщение с одного из специализированных интернет-форумов: «*У нас в организации положение нефтепровода определяется дедовским способом — металлическим щупом. В зимнее время в мёрзлой земле метод не очень информативный. Так что необходим прибор, который мог бы определять глубину залегания стальных труб диаметром 500 мм с катодной защитой с частотой 100 Гц. Точность определения глубины залегания — пять-десять процентов. Информация о глубине должна быть наглядной и, желательно, выводиться на дисплей*».

Максим Рустамов, руководитель отдела продаж компании ООО «Мега», специализирующейся на поставках и производстве диагностических комплексов, отмечает, что пользователи ожидают от трассоискателей не только высокой точности и чувствительности, но и удобства использования.

Однако именно этот аспект зачастую упускается разработчиками многих российских трассоискателей. Ряд отечественных моделей имеют лишь функцию акустической индикации с использованием частотно-модулированного тонального сигнала, то есть локация коммуникаций производится «на слух» через головные наушники. Модели с графическим дисплеем, как правило, показывают цифровые значения параметров электромагнитного поля или, в лучшем случае, столбчатую диаграмму уровня сигнала.

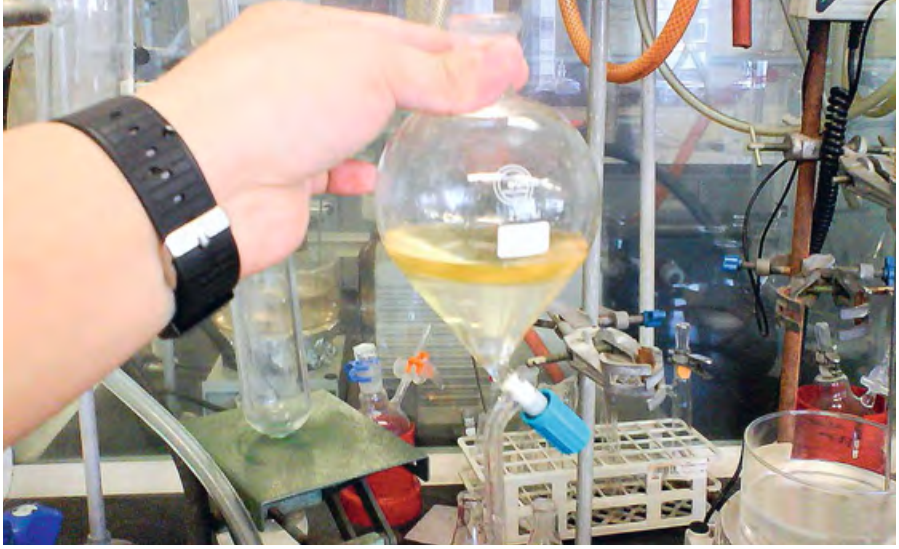
«*С приборами, в которых трассоуказатель выполнен в виде шкалы или диаграммы, а глубина коммуникации не выводится в активном поле экрана, работать очень неудобно. Одну коммуникацию можно “вести”, а вот пересечения выявляются крайне плохо,* — отмечает Иван Печеркин (“Геосектор”). — *Гораздо понятнее и информативнее, когда трассы или их пересечение визуально отображаются на экране, как это реализовано в устройствах Ridgid SR-60 или SR-20. Освоение таких приборов не требует особых знаний и навыков, так что в нашей компании ими пользуются все сотрудники*».

Перечень дополнительных функций в современных приборах постоянно расширяется. Например, недавно представленный трассоискатель Ridgid SeekTech SR-24 имеет встроенный GPS-приемник и записывает получаемые данные на встроенную карту памяти microSD. Более того, этот прибор способен обмениваться данными по Bluetooth с профессиональными моделями внешних GPS-приемников повышенной точности, а также со смартфоном, планшетом или ноутбуком оператора. Возможность быстрого получения точных координат очень полезна для специалистов, которые разрабатывают точные схемы подземных коммуникаций. Также этот трассоискатель способен по каналу Bluetooth менять рабочие частоты на генераторе ST33Q+, что очень удобно при обследовании участка, где присутствуют несколько типов коммуникаций на разных глубинах.



Пользователи ожидают от трассоискателей не только высокой точности и чувствительности, но и удобства использования. Однако именно этот аспект зачастую упускается разработчиками многих отечественных трассоискателей

Разумеется, пользователи трассоискателей подбирают именно тот прибор, который наиболее полно отвечает их потребностям. Но, если ещё не так давно принцип «чем проще, тем лучше» одерживал безусловную победу, то сейчас обилие дополнительных функций в высокотехнологичных новинках, позволяющих делать ту же работу быстрее и эффективнее, привлекает всё больше российских специалистов.



Технологический расчёт экстракции в системе «жидкость–жидкость»

Жидкостная экстракция является одним из наиболее распространённых массообменных процессов химической технологии. Экстракция используется для извлечения, разделения и концентрирования растворённых веществ из водно-органических растворов. В водоподготовке экстракция применяется при очистке сточных вод химических предприятий от фенолов. В статье приводится технологический расчёт процесса экстракции в системе «жидкость–жидкость», а также рассмотрены перспективы использования этого процесса в водоподготовке.

Автор: О.В. МОСИН, к.х.н.

Жидкостной экстракцией в системе «жидкость–жидкость» называется процесс избирательного извлечения компонентов жидкой (чаще всего водно-органической) фазы при помощи селективного растворителя, в котором хорошо растворяются извлекаемые компоненты и мало растворяются остальные компоненты. Он широко применяется в химической, нефтеперерабатывающей, фармацевтической, пищевой и других отраслях промышленности, например, для извлечения ароматических углеводородов и масел из нефтепродуктов.

Общие положения

Экстракция в системе «жидкость–жидкость» — массообменный процесс извлечения растворённого вещества или веществ из жидкости с помощью с помощью избирательных (селективных) растворителей (экстрагентов) [1]. Жидкостная экстракция предполагает перенос одного или более растворимых веществ, содержащихся в растворе, в другую несмешиваемую жидкую фазу (экстрагент). Экстрагент, обогащённый растворимыми веществами, называется экстрактом. Остаток исходного раствора без растворимых веществ называется рафинатом.

Принципиальная схема экстракции приведена на рис. 1. В экстрактор загружаются исходный раствор *F*, содержащий распределяемое (экстрагируемое) вещество или вещества *M*, растворитель *L* и экстрагент *E*. Массообмен между фазами протекает при их непосредственном контакте. Полученная в результате экстракции жидкая смесь поступает в разделитель, где разделяется на экстракт *Э* (раствор экстрагированных веществ в экстрагенте) и рафинат *R* (остаточный раствор, из которого экстрагированы извлекаемые компоненты).

Разделение смеси на экстракт и рафинат происходит в результате отстаивания или сепарирования.

Процесс экстракции включает три последовательные стадии:

- смешение исходной смеси веществ с экстрагентом (диспергирование фаз);
- механическое разделение (расслаивание) двух образующихся фаз на экстракт (извлекающая фаза) и рафинат (исчерпываемая фаза);
- удаление экстрагента из обеих фаз и его регенерацию с целью повторного использования, для чего наряду с дистилляцией часто применяют реэкстракцию (процесс, обратный жидкостной экстракции), обрабатывая экстракт водными растворами веществ, обеспечивающих полный перевод целевых компонентов в раствор или осадок и их концентрирование.

Выделение экстрагированного вещества из экстракта и одновременная регенерация экстрагента производится таким процессом как дистилляция.

Процесс экстракции проводится в аппаратах различной конструкции — экстракторах. Во многих случаях экстракцию применяют в сочетании с ректификацией. Поскольку расход теплоты на

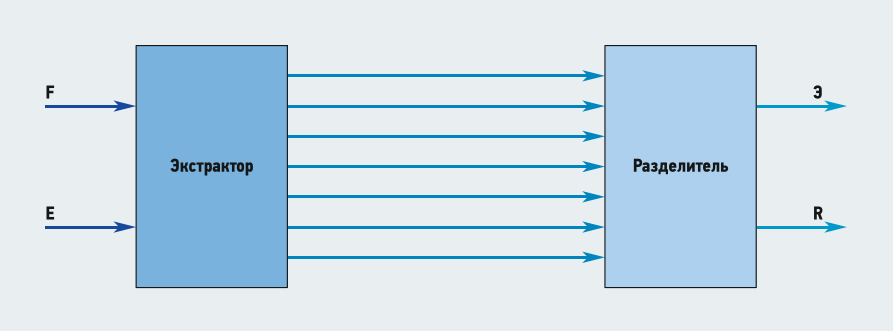


Рис. 1. Принципиальная схема экстракции (*F* — исходный раствор; *E* — экстрагент; *Э* — экстракт; *R* — рафинат)

ректификацию уменьшается с увеличением концентрации исходного раствора, предварительное концентрирование раствора экстракцией позволяет сократить расход теплоты на разделение исходной смеси. В результате однократной экстракции возможна сравнительно небольшая степень извлечения вещества из исходного раствора, поэтому прибегают к многократному повторению актов смешения и последующего расслаивания взаимодействующих фаз при их встречном движении.

При выборе растворителя (экстрагента) учитывают его избирательность и растворяющую способность, которые различны для каждого растворителя и зависят как от технологических условий процесса, так и от химического состава сырья [2]. Чем больше избирательность растворителя, тем более эффективно разделяются компоненты при контакте с ним, бóльшей избирательности соответствует бóльший коэффициент распределения *K*. Чем выше растворяющая способность растворителя, тем бóльшую массу извлекаемых компонентов можно растворить в нём, и тем меньше потребуется расход растворителя.

Избирательность и растворяющая способность растворителя «антибатны», как правило, то есть рост одного показателя ведёт к снижению другого [3]. При повышении температуры избирательность растворителя уменьшается, а его растворяющая способность возрастает, и наоборот. Обычно с повышением температуры растворимость в обеих фазах возрастает, а при достижении определённой температуры образуется однородный раствор — эта температура называется критической температурой растворения (КТР). В этом случае процесс экстракции не может быть осуществлён, так как нельзя разделить экстрактный и рафинатный растворы [4]. Поэтому рабочая температура процесса должна быть ниже КТР. Поскольку процесс экстракции происходит при условии, что смесь растворителя и разделяемого вещества образует гетерогенную систему, необходимо выбирать такую температуру процесса, которая обеспечивает достаточно высокую избирательность и растворяющую способность растворителя.

Для создания внутренней циркуляции потоков в экстракторах и повышения эффективности экстракции поддерживается температурный градиент экстракции, то есть температура рафинатной зоны (верх экстракционной колонны) должна быть выше температуры экстрактной зоны (низ экстракционной колонны). Температурный градиент, который в большинстве случаев составляет от 5 до 30 °C, создаётся путём подачи в экстрактор раствора и растворителя с разными температурами, а также рециркуляцией части охлаждённого экстрактного раствора.

Процесс жидкостной экстракции предполагает перенос одного или более растворимых веществ, содержащихся в растворе, в другую несмешиваемую жидкую фазу (экстрагент). Экстрагент, обогащённый растворимыми веществами, называется экстрактом

В процессе жидкостной экстракции могут быть выделены три основных составляющих (условных компонента): избирательный растворитель, извлекаемые компоненты и неизвлекаемые компоненты. Поэтому для расчёта процесса экстракции используются трёхкомпонентные треугольные диаграммы. После отделения растворителя от экстрактного раствора получают экстракт, а от рафинатного раствора — рафинат.

Регенерация экстракта, заключающаяся в отделении экстрагента от загрязняющего вещества, проводится отгонкой под атмосферным давлением или под вакуумом, либо ректификацией. Операция облегчается, если экстрагент имеет низкую температуру кипения.

В промышленных условиях для экстракции используются такие органические растворители, как фенол, фурфурол, N-метилпироллидон, бензол, диэтиленгликоль, пропан и др. Показатели некоторых экстрагентов приведены в табл. 1.

Экстрагенты должны отвечать ряду дополнительных требований: обладать высокой селективностью и растворяющей способностью; бóльшей разностью плотностей в зоне вывода экстрактного раствора (+0,2) и бóльшей разностью температур кипения для экстрагента и извлекаемого компонента (+50 °C); бóльшей химической стойкостью и бóльшим значением коэффициента поверхностного натяжения, чтобы избежать образования стойкой эмульсии; малой теплотой испарения; не вступать в химическое взаимодействие с удаляемыми веществами; быть безопасными; не образовывать токсичные, взрывоопасные или огнеопасные смеси с воздухом; иметь малую растворимость в воде.

Равновесие в системе «жидкость–жидкость»

Переход распределяемого вещества из одной жидкой фазы (исходного раствора) в другую (экстрагент) происходит до установления равновесия, то есть до выравнивания химических потенциалов в фазах. В процессе участвуют три компонента ($K = 3$) и две фазы ($\Phi = 2$). Согласно правилу фаз вариантность системы $F = 3$. Однако температура и давление при проведении процесса экстракции поддерживаются постоянными. Тогда вариантность экстракционной системы будет равняться единице. Поэтому данной концентрации распределяемого вещества в одной фазе в состоянии равновесия соответствует определённая концентрация в другой.

Показатели качества экстрагентов табл. 1

Экстрагент	Плотность	Температура кипения, °C	Растворимость в воде, %
Диэтиловый эфир	0,713	34,6	7,5
Дибутиловый эфир	0,769	140,9	~0
Диизопропиловый эфир	0,725	68,7	0,2
n-бутилацетат	0,875	125,0	0,7
Этилацетат	0,900	77,1	7,9
n-амилацетат	0,870	142,0	0,5
Изобутилацетат	0,871	116,5	0,7
Амиловый спирт	0,818	137,8	2,7
Метил-н-бутилкетон	0,830	127,3	1,0
Метил-изометилкетон	0,800	115,9	1,7
Бензол	0,879	80,1	~0
Толуол	0,867	110,6	~0
n-ксилол	0,861	138,4	~0
Хлороформ	1,488	61,0	0,82
Четырёххлористый углерод	1,594	77,0	0,08
Нитробензол	1,203	211,0	0,18

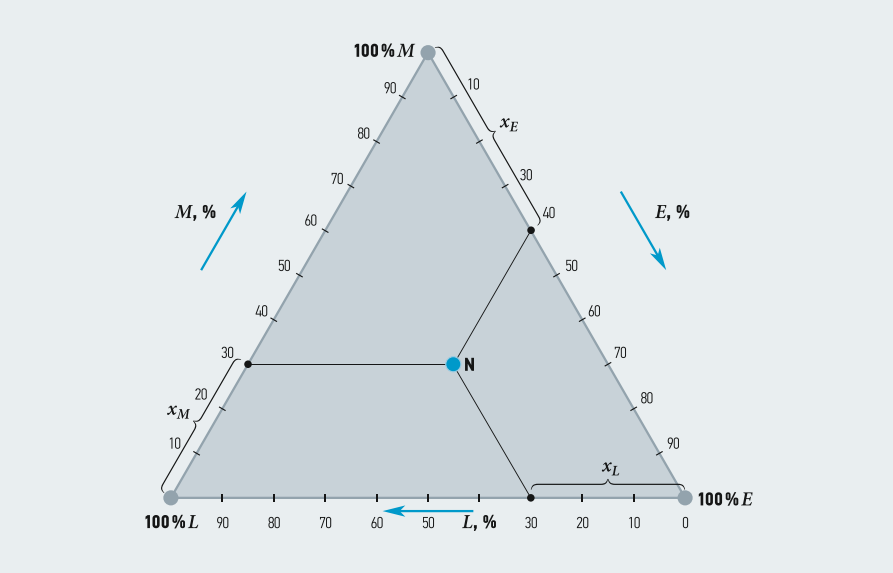


Рис. 2. Треугольная диаграмма трёхкомпонентной смеси (*L* — растворитель; *E* — экстрагент; *M* — распределяемое вещество)

Равновесие в процессах экстракции характеризует коэффициент распределения φ, который равен отношению равновесных концентраций экстрагируемого вещества в обеих жидких фазах — в экстракте и рафинате. В простейших системах разбавленных растворов, подчиняющихся закону Бертло-Нернста, при постоянной температуре коэффициент распределения не зависит от концентрации распределяемого вещества:

$$\varphi = y_{\text{р}}/x, \qquad (1)$$

где $y_{\text{р}}$ и x — равновесные концентрации распределяемого вещества в экстракте и рафинате. В этом случае линия равновесия — прямая:

$$y_{\text{р}} = \varphi x. \qquad (2)$$

Уравнению (2) отвечают начальные участки изотерм экстракции. При наличии диссоциации и ассоциации молекул растворённого вещества и его химического взаимодействия с экстрактом коэффициент распределения изменяется с концентрацией, и изотермы экстракции отклоняются от прямой. В области высоких концентраций такие отклонения вызваны изменением коэффициентов активности в фазах. Коэффициент распределения определяется экспериментальным путём.

Если считать обе жидкие фазы нерастворимыми друг в друге, то каждая из фаз будет представлять собой двухкомпонентный раствор. В этом случае процесс экстракции по аналогии с другими массообменными процессами (дистилляция, ректификация [5]) может быть изображён в *y*–*x*-координатах. При частичной взаимной растворимости жидких фаз каждая из них при экстракции будет представлять собой трёхкомпонентный раствор. Составы трёхкомпонентных смесей представляют в треугольной системе координат (рис. 2).

В вершинах равностороннего треугольника *L*, *M* и *E* отложены составы (100 %) компонентов: растворителя — *L*, экстрагента — *E* и распределяемого вещества — *M*. Каждая точка на сторонах *LM*, *ME* и *EL* соответствует составу двухкомпонентных растворов. Площадь, заключённая внутри треугольника, соответствует составам трёхкомпонентных растворов (тройным смесям). Для определения содержания каждого компонента в растворе на сторонах диаграммы нанесены шкалы отсчёта. Длина каждой стороны принята за 100 % (массовых, объёмных или мольных). Состав раствора или смеси определяется длиной отрезков, проведённых параллельно каждой стороне треугольника до пересечения с двумя другими. Например, точка *N* характеризует тройную смесь, состоящую из 30 % растворителя *L*, 41 % экстрагента *E* и 30 % распределяемого вещества *M*.

Из этой диаграммы определяются и процессы изменения состава трёхкомпонентных смесей. Так, при прибавлении к раствору, характеризуемому точкой *N* (рис. 3а), распределяемого вещества *M* содержание компонентов *E* и *L* не изменяется, а точки, определяющие составы полученных растворов, будут находиться на прямой *NM*, приближаясь к вершине треугольника *M*, в зависимости от количества прибавленного компонента *M*. При извлечении распределяемого вещества *M* из смеси *N* точки, соответствующие получаемым составам, будут лежать на прямой *PM*, и чем более будет разбавлен раствор, тем ближе к стороне треугольника *LE*. Линия *NE* характеризует разбавление смеси состава *N* экстрагентом *E*. С помощью треугольной диаграммы по известному количеству и составу исходной смеси (точка *N*) и составам, получаемым при её разделении на экстракт (точка Э) и рафинат (точка *R*), определяется количество этих фаз (рис. 3б) по уравнению материального баланса:

$$R + Э = N, \qquad (3)$$

где *R*, Э и *N* — масса рафината, экстракта и исходной смеси, соответственно, кг. По «правилу рычага» имеем:

$$\frac{Э}{R} = \frac{(R\bar{N})}{(Э\bar{N})}. \qquad (4)$$

Примем условие, что распределяемое вещество *M* неограниченно растворяется в обеих жидких фазах *L* и *E*, а сами растворители имеют ограниченную растворимость друг в друге (рис. 3). Составы однородных двухкомпонентных растворов (*M* и *L*, *M* и *E*) характеризуются точками на сторонах диаграммы *LM* и *EM*. Растворители *L* и *E* образуют однородные растворы только на небольших участках *LR* и *ЭE*. Смесь растворителей на участке *RЭ* расслаивается на два однородных двухкомпонентных насыщенных раствора *R* (насыщенный раствор *E* в *L*) и Э (насыщенный раствор *L* в *E*). Причём количество насыщенных растворов в каждом из двух слоёв определяется положением точки *N* и находится по правилу рычага, см. уравнение (4).

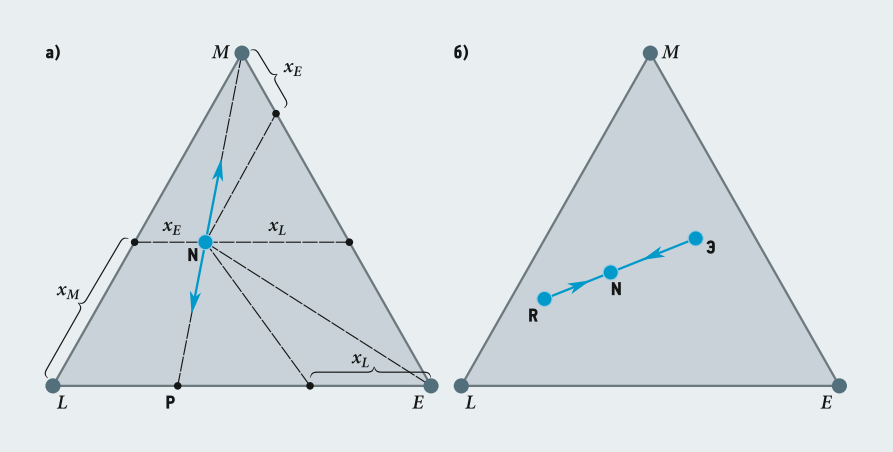


Рис. 3. Изменение состава трёхкомпонентных смесей на треугольной диаграмме (**а** — концентрирование и разбавление смеси, **б** — смешивание двух трёхкомпонентных смесей)

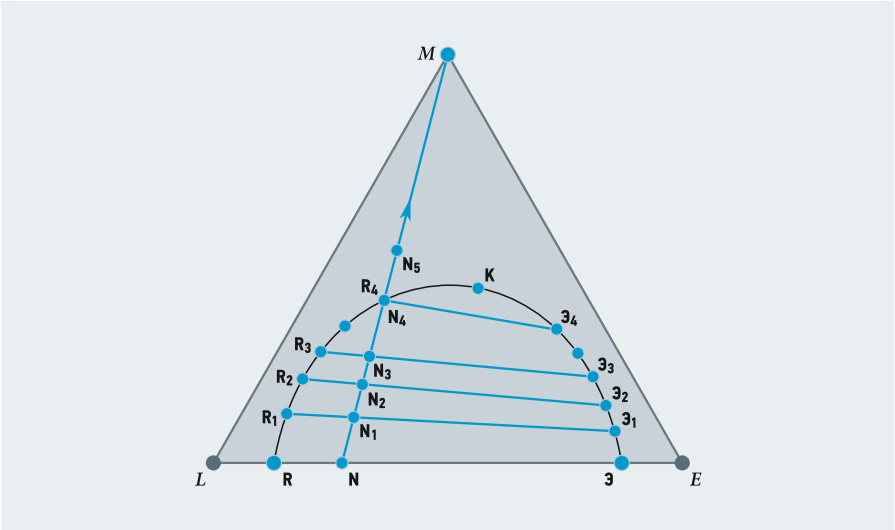


Рис. 4. Построение линии равновесия (изотермы) в треугольной диаграмме (при t = const)

При добавлении вещества M в смесь состава N образуется тройная смесь состава, характеризуемого точкой N_1, лежащей на прямой NM. Смесь состава N_1 расслаивается на две фазы с равновесными составами R_1 и $Э_1$ в соотношении $Э_1N_1/R_1N_1$. При дальнейшем добавлении в смесь распределяемого вещества $M_2, M_3, \ldots$ получим тройные смеси составов $N_2, N_3, \ldots$, которые также расслаиваются на фазы с равновесными составами R_2 и $Э_2$, R_3 и $Э_3$ и т.д. При этом изменяются и массовые соотношения равновесных расходов до того момента, когда одна из фаз исчезнет при составе N_4. После этого при добавлении распределяемого вещества M образуются однородные тройные растворы состава N_5 и др. Если соединить R_1 и $Э_1$, R_2 и $Э_2$, … прямыми линиями, получаются хорды равновесия $R_1Э_1$, $R_2Э_2$, …, соответствующие равновесным составам. Хорды равновесия сходятся в точке K, называемой критической. Наклон хорды равновесия определяется природой компонентов и составом фаз. Соединив точки, характеризующие равновесные составы R, R_1, R_2 и $Э$, $Э_1$, $Э_2$, … плавной кривой, получим кривую равновесия (бинодальную кривую). Ветвь RK кривой равновесия характеризует равновесные составы фазы растворителя L, а ветвь $ЭK$ — равновесные составы фазы растворителя E. Бинодальная кривая на треугольной диаграмме разграничивает области, соответствующие двухфазным смесям (под бинодальной кривой) и однофазным растворам (вне бинодальной кривой). Приведённая на рис. 4 диаграмма равновесия составлена для постоянной температуры и называется изотермой экстракцией. На практике приходится иметь дело с компонентами, обладающими частичной растворимостью в определённых интервалах концентраций. Соответственно поведению компонентов треугольные диаграммы бывают с двумя и тремя зонами ограниченной растворимости.

При выборе растворителя учитывают его избирательность и растворяющую способность, различные для каждого растворителя и зависящие от технологических условий процесса и от химического состава сырья

На равновесие системы оказывает влияние также температура. Взаимная растворимость компонентов, как правило, с повышением температуры увеличивается, следовательно, область существования гетерогенных систем уменьшается. С увеличением температуры бинодальная кривая на рис. 4 будет приближаться к оси LE, при этом площадь под линией $RKЭ$ будет уменьшаться.

Массопередача при жидкостной экстракции

Кинетические закономерности процесса экстракции определяются основными законами массопередачи. Для увеличения площади поверхности фазового контакта одну из фаз диспергируют в виде капель в другой сплошной фазе. Площадь поверхности фазового контакта определяется задержкой дисперсной фазы в экстракторе и средним поверхностно-объёмным диаметром капель. Распределяемое вещество диффундирует из сплошной фазы к поверхности капель, а затем внутрь капли, либо, наоборот, из капли через поверхность раздела фаз в сплошную фазу.

Массопередача внутри капель осуществляется молекулярной и конвективной диффузией [6]. Конвекция внутри капель возникает за счёт циркуляции жидкости. Форма и размер капель в процессе экстракции многократно меняются за счёт диспергирования и коалесценции. При этом происходит обновление поверхности межфазного контакта.

Для описания массопередачи в твёрдой фазе в процессах экстракции пользуются первым и вторым законами Фика [7], определяющими, что скорость диффузии прямо пропорциональна коэффициенту диффузии поверхности (через которую протекает процесс диффузии) и разности концентраций диффундирующего вещества на границах со слоем растворителя, и обратно пропорциональна толщине слоя.

В общем случае, когда диффузионным сопротивлением в сплошной и дисперсной фазах пренебречь нельзя, коэффициент массопередачи определяется как:

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_д} + \frac{\varphi}{\beta_с}}, \quad (5)$$

$$K_x = \frac{1}{\frac{1}{\varphi\beta_д} + \frac{1}{\beta_с}}, \quad (6)$$

где $\beta_д$ и $\beta_с$ — коэффициенты массоотдачи в дисперсной и сплошной фазах; φ — коэффициент формы, равный для пластины 1, для цилиндра — 2, для шара — 3. В случае, если диффузионное сопротивление сосредоточено в сплошной фазе, из уравнений (5) и (6) получим $K = \beta_д$, и скорость процесса определяется внешнедиффузионными факторами.

Количество вещества, перемещающегося из дисперсной фазы к поверхности на границе раздела фаз, и количество распределяемого вещества, перемещающегося от элемента поверхности в сплошную фазу, определяются по уравнениям:

$$dM_y = \beta_д(y_р - y_д), \quad (7)$$

$$dM_x = \beta_с(x_р - x_с). \quad (8)$$

В случае, если основное диффузионное сопротивление сосредоточено в дисперсной фазе, то есть внутри капель, количество вещества, перешедшего из одной фазы в другую, можно определить из основного уравнения массопередачи:

$$M = \beta_д D_{уср} F, \quad (9)$$

где $D_{уср}$ — движущая сила процесса; F — площадь поверхности массопередачи.

Коэффициенты массоотдачи в фазах рассчитывают по критериальным уравнениям, которые получают на основании экспериментальных данных. Среднюю движущую силу экстракции рассчитывают с учётом фактора масштабного перехода с введением в расчётные уравнения его значения.

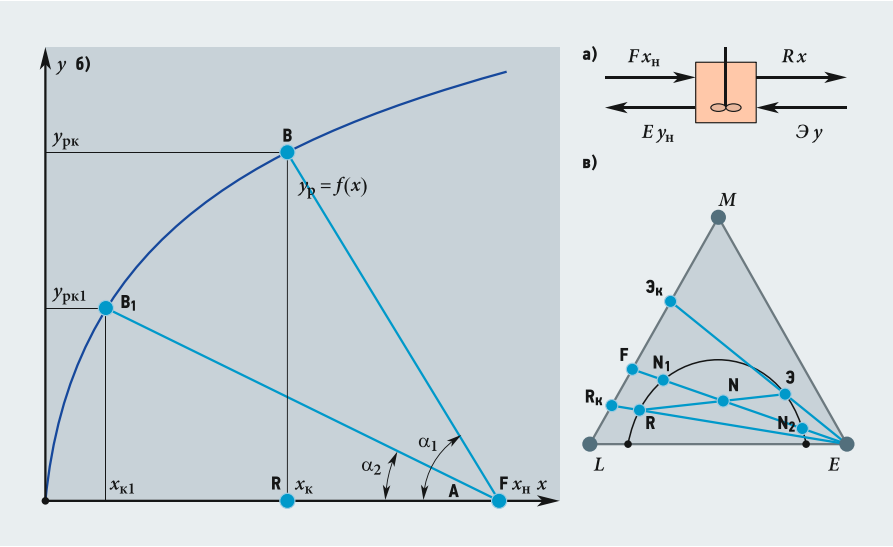


Рис. 5. Схема одноступенчатой экстракции (а) и изображение процесса в y–x-координатах (б) и на треугольной диаграмме (в)

Технологические схемы и расчёт процессов жидкостной экстракции

В промышленности используют периодическую или непрерывную экстракцию по следующим схемам: одноступенчатой, многоступенчатой противоточной и многоступенчатой с перекрёстным током экстрагента [8].

Одноступенчатая экстракция применяется в тех случаях, когда коэффициент разделения имеет высокие значения. Она может осуществляться периодическим и непрерывным способами по схеме, приведённой на рис. 5а. В аппарат-смеситель загружают исходный раствор F в количестве L [кг] растворителя концентрацией $x_н$ и экстрагент E, которые перемешиваются мешалкой, а затем разделяются на два слоя: экстракт Э и рафинат R. Для разделения эмульсий используются отстойники, для трудноразделимых эмульсий — сепараторы.

Материальный баланс по распределяемому веществу определяется следующим уравнением:

$$L\bar{x}_н = L\bar{x} + L\bar{y}. \quad (10)$$

Полагая, что $y = \varphi x$ и модуль экстракции $m = E/L$, получим концентрации рафината в следующем виде:

$$\bar{x} = \frac{\bar{x}_н}{1 + m\varphi} \quad (11)$$

и экстракта:

$$\bar{y} = \frac{\varphi\bar{x}_н}{1 + m\varphi}, \quad (12)$$

при этом степень извлечения:

$$\psi = \frac{E\bar{y}}{L\bar{x}_н} = \frac{m\varphi}{1 + m\varphi} = \frac{\varepsilon}{1 + \varepsilon}, \quad (13)$$

где ε — экстракционный фактор, который выражается как $\varepsilon = \varphi(A/L)$. Одноступенчатая экстракция в диаграммах показана на рис. 5б–в. При перемешивании исходного раствора с экстрагентом образуется тройная смесь, состав которой характеризует точка N на линии смешения FE. После расслаивания смеси образуются экстракт и рафинат, составы которых определяются точками R и Э на хорде равновесия, проходящей через точку N.

Продолжение следует.

1. Броунштейн Б.И., Железняк А.С. Основы жидкостной экстракции. — М.: Химия, 1966.
2. Трейбал Р. Жидкостная экстракция. — Москва: Химия, 1966.
3. Аксельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование. — Л.: Химия, 1974.
4. Пратт Г.Р. Экстракция «жидкость–жидкость» в теории и практике: Сб. «Жидкостная экстракция». — М., 1958.
5. Мосин О.В. Технологический расчёт дистилляционных установок // Журнал С.О.К., №5/2014.
6. Гиндин Л.М. Экстракционные процессы и их применение. — М.: Наука, 1984.
7. Лобанов Ф.И., Савостина В.И., Пешкова В.М. Химия процессов экстракции. — М.: Наука, 1972.
8. Плановский А.Н. Процессы и аппараты химической технологии. — М.: Химия, 1972.
9. Берестовой А.М. Жидкостная экстракция в химической промышленности. — Л.: Химия, 1977.
10. Зюлковский З. Жидкостная экстракция в химической промышленности: пер. с польск. А.В. Плисса / Под ред. П.Г. Романкова. — Л.: Госхимиздат, 1963.
11. Альдерс Л. Жидкостная экстракция. — М.: Изд-во иностр. лит., 1957.

Конкурс проектировщиков «Проектная перспектива 2015»

ООО «КСБ» приглашает проектировщиков РФ принять участие в конкурсе «Проектная перспектива 2015». Разыгрываются денежные призы 100 000, 50 000, 20 000 и 15 000 рублей.

Всю актуальную информацию по конкурсу читайте на нашем сайте www.ksb.ru в разделе «Новости&События» подраздел «Конкурс «Проектная перспектива 2015»

Участвуют проекты по четырем направлениям:

- Промышленность
- ВКХ (водопроводно-канализационное хозяйство)
- Гражданское строительство (здания и сооружения)
- Трубопроводная арматура

Подайте заявку до 30 сентября 2015 года.

Наши технологии. Ваш успех.
Насосы ▪ Арматура ▪ Сервис

KSB

На правах рекламы.

Опыт реконструкции котельной завода Bosch в городе Энгельс

В 1996-м году группа компаний Bosch открыла своё первое российское производство в городе Энгельсе Саратовской области. Модернизация местного завода автотракторных свечей позволила ей организовать выпуск современных автокомпонентов, а затем и электроинструментов.

В 2013-м году производственная площадь заводского комплекса Bosch достигла 33 тыс. м², а штат превысил полторы тысячи человек. В том же году здесь было запущено строительство нового производства площадью 8 тыс. м² по выпуску промышленных и бытовых газовых котлов под марками Bosch и Buderus. Территорию, на которой располагались административный корпус, телефонная станция и производственная площадь, обслуживала старая газовая котельная, построенная ещё в 1970-е годы.

Проект реконструкции котельной

Предстоящий ввод в строй новых производственных мощностей привёл к необходимости реконструкции котельной. Изначально проект котельной предусматривал три водотрубных котла ДЕВ-10-14ГМ-0 мощностью 7,6 МВт каждый. Таким образом, суммарная тепловая мощность, заложенная при проектировании, составляла 22,8 МВт. Два котла работали круглогодично, один использовался в периоды пиковых нагрузок, при этом текущие показатели операционных затрат заметно превышали требуемые уровни. Вследствие высокой степени износа оборудования и значительного уровня эксплуатационных расходов, в июле 2013-го года было принято решение о реконструкции котельной.

Проект реконструкции был разработан в Германии и на первом этапе реализации предусматривал работы по повышению энергоэффективности зданий производственного комплекса, модернизацию теплотрассы, вывод из эксплуатации двух котлов ДЕВ и установку жаротрубного котла Buderus Logano S825 LN мощностью 8 МВт.

Жаротрубный котёл Buderus Logano S825 LN

Проект реконструкции на первом этапе реализации предусматривал работы по повышению энергоэффективности зданий производственного комплекса, модернизацию теплотрассы, вывод из эксплуатации двух котлов ДЕВ и установку жаротрубного котла Buderus Logano S825 LN

Buderus Logano S825L (с 2014-го года это Bosch Unimat UT-L) — это стальные жаротрубные трёхходовые водогрейные котлы мощностного диапазона 750–19 200 кВт. Благодаря технике трёхходового прохождения продуктов сгорания достигается высокая степень теплопередачи. Симметричное расположение вокруг топочной камеры дополнительных поверхностей нагрева делает возможной компактную конструкцию котла, что означает их сравнительно небольшой вес и габаритные размеры. Интуитивно понятное и удобное управление, универсальность, быстрый монтаж и пуск в эксплуатацию, простота технического обслуживания — основные преимущества данных котлов. Котёл не требует дополнительного фундамента, так как имеет в основании раму из швеллера. Блочная конструкция котла и дополнительного оборудования делают их универсальными в применении.

Обозначение LN в наименовании обозначает исполнение котла с пониженным уровнем шума и выбросов вредных веществ. Потери с лучистым теплом сведены к минимуму вследствие компактной цилиндрической конструкции, надёжной теплоизоляции и обшивке из алюминиевого листа. Благодаря встроенному инжектору, равномерно распределяющему температуру, котёл показывает высокую эксплуатационную надёжность. Котёл способен работать на газовом или дизельном топливе, совместим со всеми дизельными и газовыми вентиляторными горелками по EN 267 и EN 676 или горелками, имеющими знак CE. Дополнительное оснащение котла конденсационным теплообменником уходящих газов даёт возможность эксплуатации оборудования в конденсационном режиме.

В ходе работ по реконструкции заводской котельной один старый котёл ДЕВ был законсервирован, второй — демонтирован. На его место был установлен новый Buderus Logano. Благодаря произведённым работам по увеличению энергоэффективности комплекса, одного этого котла стало достаточно для обеспечения

потребности завода на протяжении 80% отопительного периода. В случае необходимости, при возникновении пиковых нагрузок, подключается оставшийся действующий котёл ДЕВ.

Проект включал в себя комплекс передовых решений, в частности, установку современной системы автоматизации управления Logamatic 4321, экономайзера, а также расширенной топки с пониженным уровнем выбросов углекислого газа (модификация котла LN). Также были внедрены системы автоматического кислородного и частотного регулирования.

Административное здание заводского комплекса Bosch

Полученные результаты и дальнейшие перспективы

Реконструированная котельная бесперебойно эксплуатируется уже на протяжении полутора лет, успешно справившись с дополнительной нагрузкой, возникшей после запуска производства «Бош Отопительные Системы» в июле 2014-го года. Благодаря реализации первого этапа проекта реконструкции было получено существенное улучшение производственно-экономических показателей котельной. В частности, был осуществлён номинальный прирост единичной мощности котла на 5,8% — с 7,6 до 8 МВт при общем снижении эксплуатационных затрат. При этом расход газа снизился на 15% — с 1,59 до 1,35 м^3, расход электроэнергии, идущей на питание вентиляторов и насосов, — на 42%, со 148 тыс. до 85 тыс. кВт·ч/год. Наконец, существенно сократились расходы на обслуживающий персонал. До реконструкции котельную обслуживал штат из шести операторов, на сегодняшний день достаточно всего двоих. С переходом на автоматику значительно возросло удобство управления котельной.

Также немаловажно отметить экологичность предложенного решения — выбросы углекислого газа на новой установке снизились на 15%.

Суммарные инвестиции в проект составили €163 тыс., чуть больше половины из них — это стоимость котла, дополнительное оборудование обошлось в €58 тыс., монтаж — в €20 тыс. При этом реализация проекта позволила достичь совокупного снижения затрат за отопительный сезон на 16% — с 7,6 до 6,4 млн рублей. Из них 2/3 — это снижение затрат на персонал, 1/3 — экономия энергоресурсов. При расчётном сроке окупаемости в 1,8 года подобная динамика позволяет проекту полностью окупить себя уже в течение следующих нескольких месяцев.

Полученные результаты позволяют говорить о перспективности реализации второго этапа реконструкции котельной. Данный этап предусматривает демонтаж оставшихся двух котлов ДЕВ и установку второго аналогичного котла Bosch Unimat UT-L местного производства, а также строительство энергоцентра собственной генерации на базе двух газопоршневых установок Bosch электрической мощностью 854 и 400 кВт. Среди основных причин создания собственного энергоцентра можно выделить необходимость в надёжном и бесперебойном энергоснабжении, повышение сетевого тарифа на электроэнергию, а также требование страховой компании о приобретении второго (резервного) трансформатора для собственных нужд 110/6 кВ, стоимость приобретения и затраты на подключение которого соизмеримы с инвестициями в энергоцентр собственной генерации. Снимаемое с рубашек охлаждения двигателя, а также с теплообменников отходящих газов тепло в виде горячей воды с температурным графиком 103/70 °С будет подаваться непосредственно в сеть предприятия, что существенным образом повысит энергоэффективность всей котельной.

Стоит отметить, что опыт Bosch по реализации собственных проектов не ограничивается котельной в Энгельсе. Так, летом 2014-го года центральный офис компании «Бош Термотехника» переехал в новый комплекс зданий в Химках общей площадью 57 тыс. м^2, который состоит из офисных помещений, сервисного и учебного центра, а также парковочных мест. Комплекс оборудован крышной котельной мощностью 10 МВт, в которой также использовались решения и технологии Bosch. Котельная оснащена полным комплексом технологий энергоэффективности, в том числе конденсационными теплообменниками и котлом с расширенной топкой.

Для компании данный проект является настоящей визитной карточкой, демонстрирующей новейшие технологии в действии.

Промышленный водогрейный котёл Bosch Unimat UT-L, производство — Россия

Границы рассмотрения в задачах теплообеспечения и теплозащиты зданий

В этом материале автором доказывается объективность метода выбора границы рассмотрения по внешней поверхности здания для определения удельного энергопотребления, как в задачах тепломассообмена всего объекта с окружающей средой, так и в итоговых данных по четырём его теплопотребляющим инженерным системам.

Автор: В.И. ПРОХОРОВ, д.т.н., профессор, Московский государственный строительный университет (МГСУ)

В последние 25 лет во многих научных работах, в проектах, в нормах и даже в законах и в подзаконных актах появилось множество разнородных показателей в части обеспечения тепловой энергией, потребления этой энергии, её сбережения и, как итог, «энергоэффективности зданий».

Однако из-за отсутствия научной обоснованности и несоблюдения единства граничных условий сопряжения в рамках одного объекта, в том числе вследствие личных предпочтений или заблуждений авторов, многие из этих показателей не представляется возможным признать корректными.

Поэтому возникла настоятельная потребность проанализировать понятийно-теоретическую базу о выборе границ рассмотрения, обеспечивающих однозначную сопоставимость результатов и аддитивность итоговых показателей расчётов.

При решении «теплотехнических» задач в расчётах применительно к зданиям отыскивают две группы результатов. Одна группа относится к тепломассообмену самого здания с окружающей средой через его наружные ограждающие конструкции. В итоге определяют необходимый и достаточный уровень тепловой защиты каждой из этих конструкций здания, а также требуемые тепловые мощности систем инженерного обеспечения тепловоздушного микроклимата внутри помещений и контролируемые итоговые величины теплопотребности по зданию в целом, входящие в абсолютном или относительном виде в его энергопаспорт.

Другая группа результатов относится к тепловым инженерным системам и является откликом на тепловые потребности здания, как климатические, так и технологические. Полученные величины в удельном исчислении (в настоящие время отнесённые к некоему условленному и формально определённому 1 м^2 части площади, или некоторому субъективно оговариваемому 1 м^3 части объёма здания) контролируются так же, как и величины из первой группы результатов, и вместе входят в один и тот же энергопаспорт здания.

Несмотря на свою подчинённость (главное — здание и осуществляемые в нем технологии), эта группа результатов, вследствие многообразия систем, сложности тепломеханических процессов, происходящих в них, высокой стоимости оборудования, материалов, монтажа и эксплуатации, приобретает самостоятельный характер.

Тем не менее, именно из-за функциональной подчинённости инженерных систем технологическим задачам здания эти результаты (только результаты!) следует рассматривать в рамках единого целостного воззрения на здание, то есть в одних и тех же термодинамических границах, а в математическом смысле — в одних и тех же координатах, с одним общим знаменателем. Такая методика обеспечивает соблюдение единообразия и аддитивности стыковых сведений из различных Сводов Правил.

При решении «теплотехнических» задач в расчётах применительно к зданиям отыскивают две группы результатов. Одна группа относится к тепломассообмену самого здания с окружающей средой через его наружные ограждающие конструкции. Другая группа результатов относится к тепловым инженерным системам и является откликом на тепловые потребности здания, как климатические, так и технологические

Более того, произвольное исключение из анализа хотя бы одной требующейся в здании тепломеханической системы искажает точность общих данных по зданию в целом (иногда на десятки процентов!), и потому конечный итог по энергозатратам и энергоэффективности не может быть представлен как достоверный.

Таким образом, обосновывая выбор единых границ рассмотрения, необходимо иметь два компонента — некую поверхность, отделяющую здание от «окружающей среды», и необходимый и достаточный набор инженерных систем.

Рассмотрим эти компоненты поочерёдно подробнее. Естественной, физически ощущаемой человеком границей между зданием и окружающей средой является пространственная поверхность, копирующая внешние контуры здания. Эту же видимую поверхность, кстати, подразумевает и само слово «здание», то есть наиболее глубинное, языковое понятие воздвигнутого.

Далее, согласно законам классической термодинамики и теплопередачи, та же пространственная поверхность служит последним рубежом покидающего здание тепла или, шире, внешней (наружной) границей обмена теплотой, некоторой массой водяных паров и воздуха между зданием как цельным, самостоятельным объектом и окружающей средой. Применение методов термодинамического анализа к зданию, например, теплобалансового или эксергетического, требует как пространственного, так и температурного разграничения энергопотребляющего объекта и окружающей среды.

И здесь наиболее логичной видится упомянутая внешняя поверхность здания. Этим же правилом руководствуются при разработке инженерных методов составления территориальных топливно-энергетических балансов [1], равно как и экологических балансов в части рассеянных загрязняющих выбросов, а также при определении концентраций содержащихся в наружном воздухе загрязняющих веществ, неизбежно попадающих в приточные вентиляционные системы. И в этих санитарно-экологических постановках та же самая стыковочная граница между «внешним» и «внутренним» признается единственно разумной без обсуждения.

Современная теория обеспечения воздушно-теплового микроклимата в зданиях и помещениях [2] подразделяет расчёты и исследования на «внешнюю», «внутреннюю» задачи и условно разграничивающую их «краевую» задачу [3].

Во «внешней» задаче изучается тепломассовое взаимодействие здания и окружающей среды. Соответственно, границей рассмотрения служат те же внешние контуры наружных ограждающих конструкций тепло- и электропотребляющего здания.

Именно внешние размеры наружных ограждающих конструкций и разность температур внутреннего и наружного воздуха используются для расчёта теплопотерь в каждом из помещений и суммарно в здании. Именно температура поверхности снаружи здания, как наиболее быстро изменяющаяся, является критичной для процессов посезонного выпадения и удаления влаги из толщи стен. Наружная поверхность подвергается дистанционному температурному мониторингу здания. Она же воспринимает поток солнечной энергии и излучает тепловую энергию.

Не менее очевиден пример исследования аэродинамики здания в потоке ветра [3–5], когда важны только наружная конфигурация зданий и вектор воздушного потока. Помимо нужд строительной механики, аэродинамические коэффициенты зданий необходимы в «теплотехнических» разделах проектов для расчётов инфильтрации и эксфильтрации воздуха в здании, что по классификации [3] значится как «краевая» задача.

В настоящее время подобные расчёты нормативными документами и справочными материалами весьма загублены и не единообразны. И всё равно, условная или вычисленная разность давлений воздуха берётся между значениями снаружи и внутри здания, за пределами поименованных поверхностей.

Исторически существующее с конца XIX века понятие «удельная тепловая характеристика здания» (В.М. Чаплин) для зимнего режима (главным образом для оценки требуемого расхода топлива на отопление) подразумевает определение объёма здания именно только по наружному обмеру. Развивая понятие удельной тепловой характеристики отапливаемого здания, Н.С. Ермолаев в первой половине XX века предложил приближённые формулы для её определения, учитывающие геометрическую форму здания, коэффициент остекления и термические сопротивления стен, окон, покрытия и пола.

Форма здания отображалась его периметром в плане, площадью наружных ограждений и высотой. Все измерения в формулах Н.С. Ермолаева предусмотрены по внешним контурам здания. Это понятие служит и сегодня, и даже имеет расширительное применение к другим теплопотребляющим системам в здании вследствие заметного возрастания их долевой энергоёмкости и в целях поиска общего аналитического знаменателя [6].

Изложенные положения не могут изменить ни наличие чердаков и подвалов, ни навесные фасады и остеклённые лоджии, ни локальные изменения теплопередачи и инфильтрации воздуха в элементах строительных конструкций. Ибо указанные части (фрагменты) зданий с неизбежностью, и в принципиально равной степени, участвуют в общем тепломассообмене здания с окружающей средой. И сами эти части тоже нужно прогревать в холодный период года до совершенно определённого уровня. Иначе нельзя обеспечить ни долговечность здания, ни требуемые параметры микроклимата в помещениях. Необходимо, разумеется, методологическое обеспечение расчётов. Наконец, необходимо учесть происходящие перемены: развиваются инженерные системы; расширяется понимание термина «комфорт»; ужесточаются нормы энергосбережения; ухудшается экологическая обстановка в городах; снижается комфортабельность обитания в построенных высотных домах из-за их чрезмерной высоты.

В целях сопоставимости все процессы, связанные с упомянутыми переменами, должны рассматриваться в одних и тех же понятийно стабильных границах и координатах, под которыми в смежных исследованиях подразумевается здание по его внешним контурам. В конце концов, только так можно оценить синергетический результат топливосбережения (причём так же, как и топливорасточения).

Следовательно, как по физической модели, так и в подобающем математическом описании объём здания по наружному обмеру и должен служить общем знаменателем, к которому требуется относить все частные результаты по расходованию или экономии энергии в конкретном здании, и определять как удельные характеристики каждой из участвующих в теплообеспечении здания систем отдельно, так и совокупную удельную тепловую характеристику рассматриваемого здания.

Однако, несмотря на то, что приведённые выше аргументы в той или иной мере специалистам известны, в определении знаменателя, к которому относятся затраты энергии и её экономия, устоявшегося единого мнения нет.

Необходимо, разумеется, методологическое обеспечение расчётов. Нужно учесть и происходящие перемены: развиваются инженерные системы; расширяется понимание термина «комфорт»; ужесточаются нормы энергосбережения; ухудшается экологическая обстановка в городах; снижается комфортабельность обитания в высотных домах из-за их чрезмерной высоты

Наоборот, отдельные частные решения по экономии энергии осуществляются и относятся к энергозатратам именно в этих частных элементах здания, а переносятся в суждениях, публикациях, а иногда и в нормативных документах на всё здание, что некорректно математически и по своей логической сущности представляет подмену понятий. Поэтому можно встретить такие цифры, как достигнутая (планируемая, требуемая) экономия энергии, например, в два раза за счёт совершенствования какой-то из конструкций или систем, что сразу настораживает, так как в большинстве случаев не соответствует действительности.

В качестве величины отнесения для получения контролируемых удельных показателей, например, используют не внешний, а внутренний объём здания или ещё более узко — «отапливаемый» объём помещений здания по внутреннему обмеру [7], да ещё подправленный в силу личных воззрений тех или иных специалистов или «экспертов» [8].

От этого возникают важные, сущностные искажения. Обозначим их:

1. Само здание, реально расположенное в окружающей среде и занимающее её реальный объём, тем не менее, приобретает при рассмотрении и аудитах не фактически существующие, а уменьшенные, вымышленные (виртуальные) границы. Математическая модель удельных показателей становится ложной, так как не соответствует физической модели тепломассообмена здания.

2. Как следствие, удельные показатели расхода тепловой энергии всегда искусственно завышаются, что в условиях жёсткого формального контроля может привести (и приводит) к неоправданным экономическим потерям и несправедливым санкциям. По расчётам, разница в удельном теплопотреблении здания может достигать десятков процентов.

3. Методика отнесения энергозатрат к внутреннему объёму здания или некоторой его части оказывается выгодна или, по крайней мере, индифферентна в странах с относительно более тёплым климатом, так как она при прочих равных условиях «не чувствует» приращения величины поверхности теплоотдачи и заметного увеличения внешнего объёма зданий за счёт утепляющих и просушивающих слоёв и конструкций в холодном климате. В наиболее невыгодном положении при подобном подсчёте оказывается именно Россия с её самым холодным континентальным климатом, большими пространствами и пока ещё сырьевой экономикой.

4. Установленная зависимость «нормируемого» (СНиП 23-02–2003) или «базового» (Свод Правил СП 50.13330.2012) [7] термического сопротивления наружных ограждающих конструкций только от ГСОП недостаточно обоснована и чрезмерно загрубляет решения, причём всегда в сторону излишнего утепления зданий, что приводит к парадоксальному результату — перерасходу топлива, требующегося на эквивалентное покрытие излишних капитальных затрат на «переутепление» зданий в инвалюте.

Всё это требует скорейших новых разработок с целью уточнения нормирующих зависимостей.

Означенный выше второй компонент при выборе «границ рассмотрения» в задачах теплообеспечения зданий касается перечня инженерных систем, работающих с затратами тепловой энергии, отражение которого в нормативных документах следует признать в настоящее время необходимым и достаточным.

Из множества инженерных систем и оборудования, насыщающих современное здание, теплоиспользующих систем (в широком смысле — топливопотребляющих), находящихся ближе всего к рассматриваемой проблеме, на сегодняшнем этапе развития норм четыре: отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха и горячее водоснабжение.

В дальнейшем этот список может быть расширен, о чём дополнительно будет сказано ниже. Отображение упомянутых систем в энергопаспорте при определении удельных величин теплопотребления важно ещё и потому, что позволяет структурировать потребителей тепла и найти наиболее продуктивный путь энергосбережения в здании.

Работа трёх инженерных систем, за исключением последней, может быть сведена к рассмотрению в качестве технических средств для решения «внутренней» задачи. Это развивает и перегруппировывает классификационные признаки данного понятия, приведённые в работе [3] для так называемой «краевой» задачи, описанной лишь касательно «воздушного режима» зданий.

Более того, автор этой статьи даже относит «ограждающие конструкции зданий» (главным образом — их внутренние поверхности) к числу равноправных функционально-конструктивных элементов названных трёх тепловых систем. Поскольку они ответственны за формирование и поддержание температурно-влажных и скоростных полей внутренней воздушной среды и обстановки температурной радиации в помещении» [6].

Во «внутренней» задаче исследуются и вычисляются величины, относящиеся к параметрам воздушно-теплового микроклимата помещений: кратность воздухообмена, средняя радиационная температура, средневзвешенная температура [2], поведение воздушных струй, их температурно-влажностные поля, общая динамика потоков вентиляционного воздуха, выражающаяся его «подвижностью» в рабочей («обитаемой») зоне, предписываемой нормативами.

В такой постановке с очевидной необходимостью принимаются внутренние размеры помещений, в которые не входит, например, толщина стен и некоторые другие объёмы зданий.

Подобное отнесение в ряде случаев продуктивно также и для решения отдельных задач сопоставительного анализа работы конкурирующих тепловых инженерных систем в помещениях, например, взаимного замещения отопительных функций, сравнения социально-экономических результатов и других частных исследований систем обеспечения микроклимата.

И результаты, разумеется, будут частными, то есть относящимися лишь к сравниваемым системам.

Но для обобщающего описания вопросов энергофункционирования здания в целом показатели теплопотребления указанных систем следует относить только к внешним границам, поскольку итоговая передача теплоты от этих систем в окружающую среду осуществляется через них, оценочный расход топлива для здания тоже определяется согласно суммарной удельной тепловой характеристике здания, полученной по внешним измерениям.

Что касается систем горячего водоснабжения, то их годовые теплозатраты сопоставимы с таковыми на отопление и вентиляцию даже для климата центральной России. Так, для жилых зданий в средней полосе России они примерно равны. В южных регионах горячее водоснабжение составляет уже более 50 % годовых теплозатрат по сравнению с расходами на отопление.

Логика развития социальных и энергетических требований в зданиях диктует необходимость учёта итоговых сведений по теплопотреблению минимум четырёх инженерных систем: отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения

Инженерные системы теплогенерации, будь то централизованные или автономные, должны нести эту нагрузку.

Само наличие горячего водоснабжения в здании нельзя не отнести к тепловому комфорту находящегося в этом здании человека. И тем самым возможно расширить существующие представления, описанные в работах [2, 3] и относящихся только лишь к тепловоздушному и терморадиационному комфорту в помещении.

Следовательно, присутствие слагаемого годовых теплозатрат на горячее водоснабжение, наряду с затратами на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха в нормативах, связанных с энергопотреблением зданий, необходимо. Причём именно в обобщающем тепловом балансе здания, относимом к внешним его границам, что скажется на удельном показателе теплозатрат по зданию в целом.

Добавим, что полный энергобаланс для систем горячего водоснабжения потребует учесть ещё тепловой выброс нагретых сточных вод на выпусках систем водоотведения, то есть тоже на внешней границе подземной части здания.

Обобщение сведений по теплоэнергетике зданий активизировалось после принятия законов РФ, касающихся технического регулирования, энергосбережения и регламентов безопасности зданий и сооружений.

Так, в наиболее популярном за последние десятилетия СНиП II-3–79* «Строительная теплотехника» [9] тепловые потребности здания касаются только систем отопления, на которые возлагается также компенсация теплозатрат на подогрев инфильтруемого воздуха.

В тот период это было оправдано. Но данное же качество обнаруживается и в следующем СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий», что уже некорректно. Там усилия авторов сосредоточились на директивном и скачкообразном увеличении термического сопротивления наружных ограждений.

Однако, как дань развитию строительства насыщенных инженерными системами зданий и требований по энергосбережению, в приложении появился также громоздкий и недостаточно проработанный энергопаспорт здания. Однако в содержательной части упомянутого нормативного документа вклад трёх теплопотребляющих систем не отражён, что находится в противоречии с его же энергоприложением в отношении границ рассмотрения.

В стандарте НТО строителей СТО 17532043-001–2005 «Нормы теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и оценки энергоэффективности зданий» [10] сделаны попытки исправить основные недостатки предыдущего документа. Было ослаблено требование неоправданного увеличения термических сопротивлений. Найдены более логичные средства для требуемого энергосбережения в здании. Рассматриваются три необходимые теплопотребляющие системы (кроме кондиционирования воздуха). Сделан шаг по учёту электропотребления инженерных систем, хотя и не вполне точно. Но полностью преодолеть несоблюдение границ рассмотрения всё же не удалось.

В новейшем (дата введения в действие 01.07.2013) нормативном документе [7], так называемой «актуализированной редакции СНиП 23-02–2003», наряду с неоспоримым культурологическим достоинством — отказом от англоязычных индексов при латинских буквах в формулах, а также пониманием недостаточности ГСОП, что выразилось дополнением этого показателя шкалой внутреннего «отапливаемого объёма зданий» (табл. 7), имеется непреодолённый изъян. Снова не соблюдены границы рассмотрения, как по отказу от использования в качестве граничной наружной поверхности здания, так и по необходимому перечню теплопотребляющих систем. В документе выпали из рассмотрения системы кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения. Хотя, по сравнению со СНиП 23-02–2003, наряду с традиционными теплозатратами систем отопления включена теплопотребность систем механической вентиляции. Это, конечно, необходимо, но недостаточно. Участие электропотребляющего оборудования в теплоиспользующих системах зданий также требует соблюдения определённых правил по границам рассмотрения [6]. Данное обстоятельство связано с разными категориями ценностей тепловой и электроэнергии [11].

Выводы

1. Применение в качестве границы рассмотрения внутреннего объёма всего здания или его части [12], вместо первородного и методически обоснованного объёма по наружным размерам для вычисления показателей удельного энергопотребления здания в целом, противоречит множеству объективных факторов и не может считаться корректным по физико-математической интерпретации. Соответственно, требуется скорейшая корректировка основанных на внутреннем объёме существующих нормативных документов.

2. Указанная необоснованность в условиях наиболее холодного климата Российской Федерации приводит к заведомо проигрышным удельным теплоэнергетическим показателям зданий по сравнению с таковыми в других странах, расположенных в более теплом климате, к перерасходу топливных ресурсов, связанному с «переутеплением» зданий, к методологической путанице при проектировании, к юридическим казусам при энергоаудите и к снижению уровня «теплотехнической безопасности» людей, находящихся в зданиях.

Это обстоятельство требует осторожности и критического подхода при работе над «повышением уровня гармонизации нормативных требований с европейскими и международными нормативными документами».

3. В холодном и резко континентальном климате России одного показателя ГСОП, задающего лишь термическое сопротивление наружных ограждающих конструкций, недостаточно для характеристики «теплотехнической безопасности» здания. Нужен ещё оптимизирующий фактор возрастания теплоотдающей поверхности и объёма теплопотребляющего здания при его утеплении.

4. Логика развития социальных и энергетических требований в зданиях диктует необходимость учёта итоговых сведений по теплопотреблению минимум четырёх инженерных систем: отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения. Эта структура позволяет отыскать наиболее эффективный путь энергосбережения в зданиях и выдвигается автором как обязательная для включения в пересматриваемые нормативные документы с возможностью дальнейшего расширения.

1. Гашо Е.Г., Саублов Н.В. Особенности проведения работ по энергосбережению в существующем жилом фонде города // Энергосбережение и водоподготовка, №3/2011.
2. Богословский В.Н. Тепловой режим зданий. — М.: Стройиздат, 1979.
3. Титов В.П. Воздушный режим здания: Дисс. на соиск. учен. ст. д.т.н. — М.: МИСИ, 1987.
4. Реттер Э.И., Стриженов С.И. Аэродинамика зданий. — М.: Стройиздат, 1968.
5. Гагарин В.Г., Гувернюк С.В., Леденев П.В. Аэродинамические характеристики зданий для расчёта ветрового воздействия на ограждающие конструкции // Жилищное строительство, №1/2010.
6. Прохоров В.И. Топливосбережение и энергопотребление в инженерных системах зданий // Жилищное строительство, №1/2012.
7. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуал. ред. СНиП 23-02–2003.
8. Ливчак В.И. Расчёт теплопотерь и теплопотребления зданий // Вентиляция, отопление кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика, №6/2012.
9. СНиП II-3–79*. Строительная теплотехника.
10. СТО 17532043-001–2005. Нормы теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и оценки энергоэффективности зданий. — М.: РНТО строителей, 2006.
11. Эксергетические расчёты технических систем: Спр. под ред. Долинского А.А. и Бродянского В.М. — Киев: Наукова думка, 1991.
12. Гагарин В.Г., Гувернюк С.В., Лушин К.И. Определение эмиссии волокон из минераловатного утеплителя навесной фасадной системы с вентилируемой прослойкой // Промышленное и гражданское строительство, №9/2013.

На правах рекламы.

Обоснование теплозащиты неоднородных ограждений

В этой статье рассмотрено технико-экономическое обоснование необходимого уровня теплозащиты несветопрозрачных ограждающих конструкций общественного здания. Расчёт произведён с использованием методики СП 50.13330.2012 при учёте действительной теплотехнической неоднородности наружных стен. Изложение проиллюстрировано числовыми и графическими примерами.

Автор: О.Д. САМАРИН, доцент, к.т.н.;
Д.А. МАКЕШИН, студент, ФГБОУ ВПО «МГСУ»

В соответствии с требованиями актуализированной редакции СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий» — Свод Правил СП 50.13330.2012 [1], оценка уровня теплозащиты оболочки здания осуществляется с учётом его удельной теплозащитной характеристики $k_{об}$, Вт/(м³·К). По определению, она равна отношению суммарных теплопотерь (за счёт теплопередачи через наружные ограждающие конструкции) к отапливаемому объёму здания $V_{от}$ [м³] и к расчётной разности температур внутреннего и наружного воздуха, °С. Предельный уровень этой характеристики в работе [1] ограничивается нормируемой величиной $k_{об}^{тр}$, в зависимости от значения $V_{от}$ и градусо-суток отопительного периода в районе строительства ГСОП, °С·сут/г. Впервые данная методика была изложена в работах [2–3].

Проведём расчёт $k_{об}$ для здания филиала Центрального банка РФ в городе Перми для двух вариантов. В первом варианте возьмём сопротивления теплопередаче $R_о^{тр}$ по данным табл. 3 [1] для вычисленного значения *ГСОП*, во втором — с допустимым снижением в указанных выше пределах, то есть считаем $m_р = 0{,}63$ для наружной стены и $m_р = 0{,}8$ — для покрытия.

Перекрытие над подвалом и заполнения светопроёмов в обоих случаях принимаем с $m_р = 1$, то есть сравниваем только базовый и пониженный уровень теплозащиты основных несветопрозрачных конструкций.

Площади ограждающих конструкций принимаем по строительным чертежам: $A_{нс} = 1319$ м² (наружная стена), $A_{пт}$ и $A_{пл}$ равны 1092 м² (покрытие и перекрытие над подвалом), $A_{ок} = 222{,}6$ м² (окна), а соответствующие коэффициенты положения принимаются $n_i = 1$ для всех ограждений, кроме пола над подвалом, где $n = 0{,}6$. Отапливаемый объём здания равен $V_{от} = 23\,193$ м³.

Считаем среднюю температуру внутреннего воздуха в здании для расчёта системы отопления $t_е = 18$ °С по требованиям [4], среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период $t_{от} = -5{,}5$ °С, его продолжительность $z_{от} = 225$ суток по табл. 1 [5], тогда

$$ГСОП = (18 + 5{,}5) \times 225 = 5288 \text{ °С·сут/год}.$$

Результаты расчётов сводим в табл. 1.

Требуемая теплозащитная характеристика рассчитывается по формуле (5.5) из работы [1]:

$$k_{об}^{тр} = \frac{0{,}16 + \dfrac{10}{\sqrt{V_{от}}}}{0{,}00013\,ГСОП + 0{,}61}, \qquad (1)$$

для $V_{от} > 960$ м³, откуда в данном случае получается

$$k_{об}^{тр} = \frac{0{,}16 + \dfrac{10}{\sqrt{23193}}}{0{,}00013 \times 5288 + 0{,}61} = 0{,}174 \text{ Вт/(м}^3\text{·К)}.$$

Из расчёта видно, что оба варианта удовлетворяют требованию $k_{об} \le k_{об}^{тр}$, поэтому возможно их технико-экономическое сравнение.

Из табл. 1 и 2 следует, что повышение уровня теплозащиты приводит к ухудшению эффективности использования теплоизоляции из-за того, что увеличивается относительный вклад дополнительных теплопотерь через точечные и линейные элементы стены, определяемый только её геометрией и конструкцией

Однако при расчёте объёма теплоизоляции необходимо учесть, что в соответствии с положениями Приложения Е [1] предлагается определять удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность Ψ_j [Вт/(м·К)] и через точечную неоднородность χ_k [Вт/К] по результатам расчёта двухмерного температурного поля узла конструкций:

$$\Psi_j = \frac{\Delta Q_j^L}{t_в - t_н}; \; \chi_k = \frac{\Delta Q_k^K}{t_в - t_н}, \qquad (2)$$

где $t_в$ и $t_н$ — температуры внутреннего и наружного воздуха, °С; ΔQ_j^L — дополнительные потери теплоты [Вт/м] через линейную теплотехническую неоднородность j-го вида, приходящиеся на 1 п.м.; ΔQ_k^K — дополнительные потери теплоты [Вт] через точечную теплотехническую неоднородность k-го вида, определяемые по формуле:

$$\Delta Q_k^K = Q_k - \tilde{Q}_k, \qquad (3)$$

где Q_k — потери теплоты [Вт] через узел, содержащий точечную теплотехническую неоднородность k-го вида, являющиеся результатом расчёта температурного поля; $\tilde{Q}_k$ — потери теплоты [Вт] через тот же узел, не содержащий точечную теплотехническую неоднородность k-го вида, являющиеся результатом расчёта температурного поля. Аналогичным образом определяется и величина ΔQ_j^L.

В этом случае требуемое сопротивление теплопередаче слоя утеплителя можно вычислить по выражению:

$$R_{ут} = \frac{1}{U_{тр}} - \left(\frac{1}{\alpha_в} + \sum R_{к.i} + \frac{1}{\alpha_н}\right), \qquad (4)$$

Теплотехнические показатели здания (варианты 1 и 2) табл. 1

Ограждение	A_i, м²	R_i, (м²·К)/Вт	n_i	$A_i n_i/R_i$, Вт/К	$K_{комп} = A_н^{сум}/V_{от}$	$K_{общ} = \Sigma(A_i n_i/R_i)/A_н^{сум}$	$k_{об} = K_{комп} K_{общ}$
Вариант 1							
Наружная стена	1319	2,786	1	473,4	0,242	0,260	0,0627
Бесчердачное покрытие	1092	3,715	1	293,9	–	–	–
Пол над подвалом	1092	3,151	0,6	208	–	–	–
Окна	222,6	0,464	1	479,4	–	–	–
Сумма	**3726**	**–**	**–**	**1455**	**–**	**–**	**–**
Вариант 2							
Наружная стена	1319	1,575	1	837,5	0,242	0,338	0,0816
Бесчердачное покрытие	1092	2,972	1	367,4	–	–	–
Пол над подвалом	1092	3,151	0,6	208	–	–	–
Окна	222,6	0,464	1	479,4	–	–	–
Сумма	**3726**	**–**	**–**	**1893**	**–**	**–**	**–**

где $\alpha_в$ и $\alpha_н$ — это коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·К), причём для наружной стены по [1] можно принимать величины $\alpha_в = 8{,}7$ и $\alpha_н = 23$ Вт/(м²·К); параметр $U_{тр}$ [Вт/(м²·К)] представляет собой требуемое значение удельного теплового потока по глади конструкции без учёта теплопроводных включений, исходя из обеспечения необходимой величины приведённого сопротивления теплопередаче $R_о^{пр}$ [м²·К/Вт], который вычисляется через значения Ψ_j и χ_k, а также количество соответствующих неоднородностей, приходящееся на единицу площади конструкции; величина $\Sigma R_{к.i}$ — это суммарное термическое сопротивление всех слоёв однородной части фрагмента конструкции [м²·К/Вт], кроме теплоизоляционного, при этом для каждого слоя $R_i = \delta_i/\lambda_i$, где δ_i [м] и λ_i [Вт/(м·К)] — толщина и теплопроводность материала i-го слоя, соответственно.

Принимая $R_о^{пр}$ отдельно для каждого варианта из табл. 1, а количество теплотехнических неоднородностей по строительным чертежам здания, расчёт в целом можно оформить в виде табл. 2.

Легко видеть, что в первом варианте величина r заметно меньше. Таким образом, повышение уровня теплозащиты приводит к ухудшению эффективности использования теплоизоляции из-за того, что увеличивается относительный вклад дополнительных теплопотерь через точечные и линейные элементы стены, определяемый только её геометрией и конструкцией.

Поэтому общий объём теплоизоляции в первом случае будет больше не только вследствие роста $R_о^{пр}$, но и по причине уменьшения параметра r.

Принимаем коэффициенты теплотехнической однородности для стены $r_{нс}$ в каждом варианте по табл. 2, а для покрытия и перекрытия над подвалом возьмём ориентировочно $r_{пт} = r_{пл} = 0{,}95$.

Капитальные затраты на теплоизоляцию $K_{ти}$ [руб.] в каждом варианте рассчитываются исходя из объёма теплоизоляционного материала в конструкциях $V_{ти}$ [м³], определяемого с учётом величины $l_{ут}$ и его стоимости $C_{ти}$, руб/м³. В рассматриваемом примере принимаем $\lambda_{ут} = 0{,}064$ Вт/(м·К) и $C_{ти} = 2600$ руб/м³ по среднерыночным ценам 2015-го года. Принимаем также стоимость тепловой энергии по данным ОАО «МОЭК» для нежилых зданий $C_т = 1720{,}9$ руб/Гкал.

Коэффициент учёта дополнительных теплопотерь $\beta = 1{,}13$ для общественного протяжённого здания из Приложения Г [1]. Расчётный срок эксплуатации здания $T_{ам} = 50$ лет. В данном случае разницей в расходе электроэнергии на системы отопления и в заработной плате рабочих можно пренебречь, поэтому годовые эксплуатационные затраты можно считать как $Э = Э_{ам} + Э_{т.от}$ (только амортизационные отчисления и тепловая энергия), руб/год.

Сводная таблица тепловых потоков через теплопроводные включения и узлы табл. 2

Вид неоднородности		Сум. протяжённость линейных элементов, м	Уд. длина l_j [м/м²] или количество точечных элементов n_k [шт/м²]	Значение величины доп. теплового потока Ψ_j [Вт/(м·К)] или χ_k [Вт/К]*	Доп. потери теплоты через узлы (произведение значений, указанных в кол. 4 и 5), Вт/(м²·К)	
1	2	3	4	5	6	
01	**Тарельчатые дюбели**, шт.	–	6	0,005	0,03	
02	**Оконные откосы**, м	472,4	0,3	0,07	0,021	
03	**Углы вогнутые**, м	21,6	0,05	–0,2	–0,01	
04	**Углы выпуклые**, м	64,8	0,074	0,15	0,0111	
05	**Примыкание к фундаменту**, м	161	0,052	0,7	0,0364	
06	**Примыкание к кровле**, м	161	0,0355	0,64	0,0227	
1	Суммарные доп. удельные теплопотери через теплотехнические неоднородности $\Delta K = \Sigma(\Psi_j l_j) + \Sigma(\chi_k n_k)$ [Вт/(м²·К)], итого по кол. 6				0,1112	
	Теплотехнические показатели стены				**Вар. 1**	**Вар. 2**
2	Коэффициент теплопередачи K [Вт/(м²·К)], соотв. требуемому приведённому сопротивлению теплопередаче $R_о^{пр}$ ($K = 1/R_о^{пр}$)				0,358	0,634
3	$U_{тр} = K - \Delta K$				0,247	0,523
4	$R_{ут}$ [(м²·К)/Вт], по формуле (3)				3,151	1,023
5	Требуемая толщина слоя утеплителя $\delta_{ут} = R_{ут}\lambda_{ут}$ [м], где $\lambda_{ут}$ — теплопроводность материала утеплителя, Вт/(м·К)				0,202	0,065
6	Коэффициент теплотехнической однородности (для оценки эффективности использования утеплителя) $r = U_{тр}/K$				0,690	0,824

* По данным В.В. Козлова (ФГБУ НИИСФ РААСН).

Технико-экономические показатели здания (варианты 1 и 2) табл. 3

Ограждение	A_i, м²	R_i, (м²·К)/Вт	r_i	n_i	Объём теплоизоляции $V_{\text{ти}i} = 0{,}8\lambda_{\text{ут}}R_iA_i/r_i$, м³	A_in_i/R_i, Вт/К
Вариант 1						
Наружная стена	1319	2,79	0,69	1,0	272,7	473,4
Бесчердачное покрытие	1092	3,72	0,95	1,0	218,6	293,9
Пол над техподпольем	1092	3,15	0,95	0,6	185,4	208,0
Окна	222,6	0,46	–	1,0	–	479,4
Результаты расчёта по вар. 1	Объём теплоизоляции $\sum V_{\text{ти}}$ = 676,7 м³; капитальные затраты на теплоизоляцию $K_{\text{ти}}$ = 1 759 468 руб.; амортизационные отчисления $Э_{\text{ам}}$ = = 52 784* руб. в год; величина $\sum(A_in_i/R_i)$ = 1455 Вт/К; суммарная мощность системы отопления здания $\sum Q_{\text{от}}$ = 95,83 Вт; затраты на тепловую энергию $Э_{\text{т.от}}$ = 263 775 руб. в год; **итого годовые эксплуатационные затраты** $Э$ = **316 559 руб. в год**					
Вариант 2						
Наружная стена	1319	1,58	0,82	1,0	128,95	837,46
Бесчердачное покрытие	1092	2,97	0,95	1,0	174,91	367,42
Пол над техподпольем	1092	3,15	0,95	0,6	185,40	208,00
Окна	222,6	0,46	–	1,0		0
Результаты расчёта по вар. 2	Объём теплоизоляции $\sum V_{\text{ти}}$ = 489,3 м³; капитальные затраты на теплоизоляцию $K_{\text{ти}}$ = 1 272 207 руб.; амортизационные отчисления $Э_{\text{ам}}$ = = 38 166* руб. в год; величина $\sum(A_in_i/R_i)$ = 1893 Вт/К; суммарная мощность системы отопления здания $\sum Q_{\text{от}}$ = 124,7 Вт; затраты на тепловую энергию $Э_{\text{т.от}}$ = 343 182 руб. в год; **итого годовые эксплуатационные затраты** $Э$ = **381 348 руб. в год**					

* При расчётном сроке службы здания $T_{\text{ам}}$ = 45 лет.

Все вычисления сводим в табл. 3. Вычисляем совокупные дисконтированные затраты (СДЗ) [6–8]:

$$СДЗ = K\left(1+\frac{p}{100}\right)^T + Э\left[\left(1+\frac{p}{100}\right)^T - 1\right]\frac{100}{p}, \text{ руб.} \quad (5)$$

где p — норма дисконта, при вычислениях принятая в размере 10% годовых по рекомендации [8]. По полученным данным строим графики *СДЗ* для каждого из вариантов (рис. 1). Легко видеть, что графики *СДЗ* не пересекаются, что свидетельствует об отсутствии окупаемости дополнительных капитальных затрат на доведение теплозащиты наружных стен и покрытия до базового уровня.

Таким образом, в отличие, например, от результатов аналогичной работы [9], выполненной для другого объекта (здания таможенного управления в Санкт-Петербурге) при несколько иных условиях, в данном случае повышение теплозащиты наружных стен и покрытия от минимально допустимого уровня до базового является экономически неоправданным.

В отличие от результатов аналогичной работы [9], выполненной для другого объекта при иных условиях, в данном случае повышение теплозащиты наружных стен и покрытия от минимально допустимого уровня до базового является экономически неоправданным. Это можно объяснить менее удачными объёмно-планировочными решениями здания

По-видимому, это можно объяснить менее удачными объёмно-планировочными решениями здания, что выражается, в частности, в низком коэффициенте остекления (порядка 0,14), что повышает долю несветопрозрачных ограждений в общей теплотеряющей площади, а также увеличением стоимости теплоизоляционного материала.

Поэтому для дальнейшей разработки принимаем второй вариант теплозащиты с уменьшенными значениями R_i.

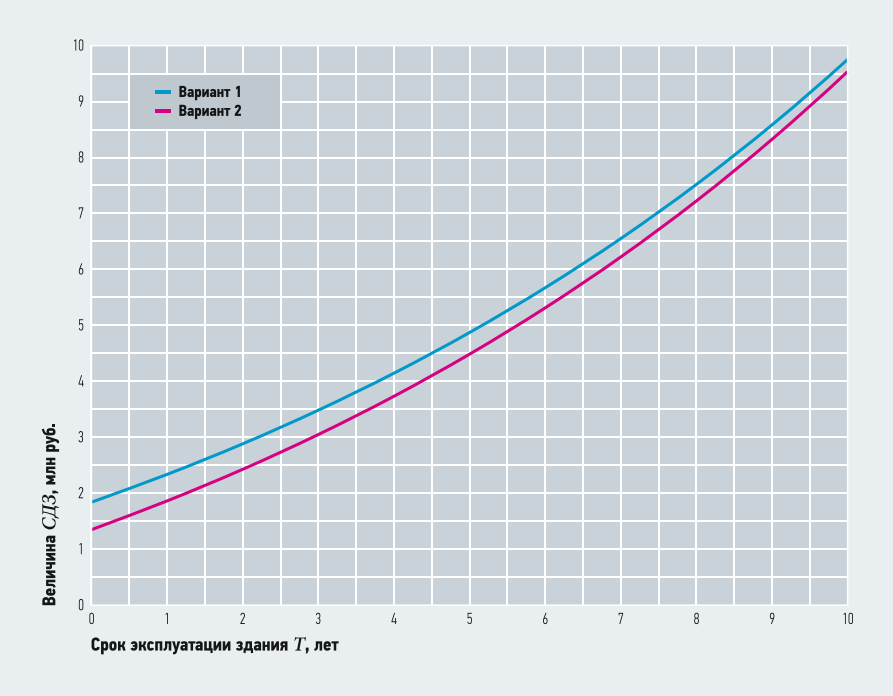


Рис. 1. Зависимость СДЗ от T для вариантов 1 и 2 конструкции здания

1. СП 50.13330.2012. Актуал. ред. СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий». — М.: Минрегион России, 2012.
2. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» // Жилищное строительство, №8/2011.
3. Гагарин В.Г., Козлов В.В. О требованиях к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированной редакции СНиП «Тепловая защита зданий» // Вестник МГСУ, №7/2011.
4. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. — М.: Росстандарт, 2012.
5. СП 131.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 23-01–99* «Строительная климатология». — М.: Минрегион России, 2013.
6. Самарин О.Д. Вопросы экономики в обеспечении микроклимата зданий. Изд. 2-е. — М.: Изд-во АСВ, 2015.
7. Гагарин В.Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы, №3/2010.
8. Дмитриев А.Н., Табунщиков Ю.А., Ковалев И.Н., Шилкин Н.В. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. — М.: АВОК-Пресс, 2005.
9. Самарин О.Д., Кирушок Д.А. Выбор теплозащиты ограждений с учётом их неоднородности // Журнал С.О.К., №2/2015.

Реклама. Товар сертифицирован

PURMO – СТАЛЬНОЙ РАДИАТОР №1*

НА РЫНКАХ ЕВРОПЫ И РОССИИ

10 ЛЕТ ГАРАНТИИ КАЧЕСТВА

30 ЛЕТ ОПЫТА

ЗАСТРАХОВАНО НА 1`000`000 EURO

PURMO – это 17 европейских заводов в составе концерна Rettig ICC с общим объемом производства более 6 миллионов радиаторов в год. Ключевой бренд концерна вот уже несколько десятков лет является ориентиром для других мировых производителей стальных отопительных приборов. Ориентиром не только в количественном исчислении, но и в качественном: на всю продукцию PURMO распространяется 10-летняя заводская гарантия и страховка на 1 миллион Евро от ущерба третьим лицам. Профессиональная команда PURMO RUSSIA всегда поможет сделать правильный выбор среди умных решений в отоплении!

Полный каталог продукции PURMO вы можете найти на сайте **www.purmo.ru**, а также в бесплатном приложении для смартфонов и планшетов **“Smartbox”.**

PURMO “Smartbox” для iOS

PURMO “Smartbox” для Android

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

°CLEVER LOW TEMPERATURE RADIATORS

PURMO clever heating solutions

ЗАО “Реттиг Варме Рус” 127550, Москва, ул. Прянишникова, 23-а, офис 42 Тел: +7 (495) 743 2611 info@rettig.ru www.purmo.ru

Рынок геотермальных тепловых насосов Финляндии*

В этой статье пойдёт речь об опыте внедрения теплонасосной техники в Финляндии и перспективах тепловых насосов в нашей стране.

Авторы: Сергей МИХАЙЛОВ, основатель и владелец российско-финской группы компаний DOMAP; Андрей ГУСАРОВ, экспорт-директор финского завода Kaukora

Так уж сложилось, что Санкт-Петербургский регион один из первых в России начал использовать тепловые насосы (ТН). Этот факт подтверждают и сервисные инженеры компаний, возглавляемых авторами этой статьи. Например, на объектах Петербурга и Ленинградской области наши инженеры встречали установки различных производителей 1990-х годов выпуска, и в основном это были частные объекты.

Почему авторы решили обратить внимание читателей на Финляндию? Не для того, чтобы в очередной раз сказать, что нельзя сравнивать эти два государства — гигантскую Россию и маленькую Финляндию. Прежде всего, из-за того, что это северные страны со схожими климатическими условиями. Расчетный температурный режим меняется в Финляндии с –38 °С на Севере до –26 °С на юге. Пример этой маленькой скандинавской страны вселяет надежду. Имея такой «климатический прообраз» перед глазами, в России мы уж точно справимся и решим все теоретические и практические вопросы, связанные с применением тепловых насосов.

На рис. 1 приведена динамика продаж тепловых насосов в Финляндии, начиная с 1994-го по 2013-й годы. На этом графике в том числе включены продажи тепловых насосов «воздух–воздух». Геотермальные тепловые насосы — это кривая коричневого цвета. Верхняя, голубая кривая — это тепловые насосы «воздух–воздух», причём их подавляющее большинство. Опираясь на эти данные, можно сказать, что на сегодняшний день каждый десятый житель Финляндии эксплуатирует тепловой насос.

Гигантская Россия и маленькая Финляндия — это северные страны со схожими климатическими условиями. Пример этой маленькой скандинавской страны вселяет надежду. Имея такой «климатический прообраз» перед глазами, мы в России точно решим все теоретические и практические вопросы, связанные с применением тепловых насосов

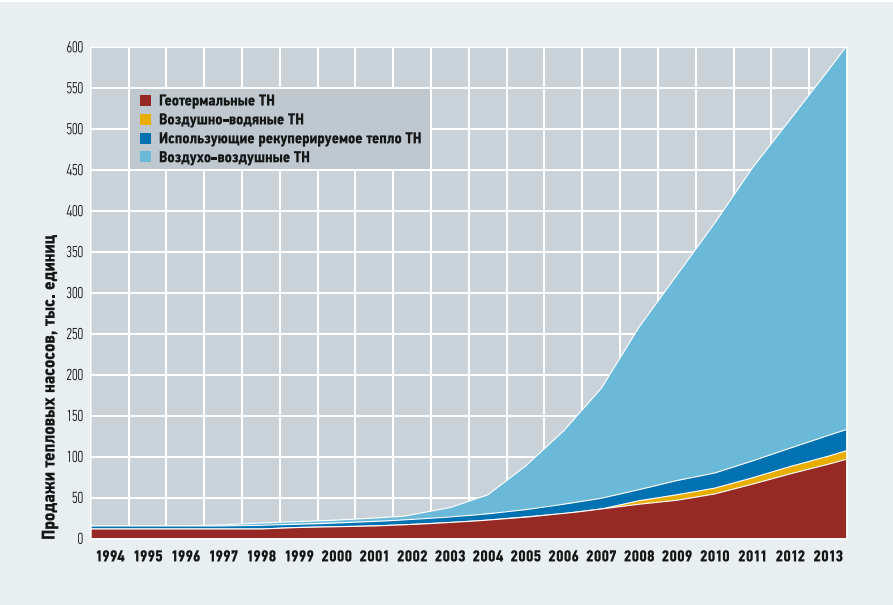


Рис. 1. Динамика продаж тепловых насосов в Финляндии

* По материалам Круглого стола «Геотермальные и воздушные тепловые насосы: текущая ситуация и перспективы использования в России» (организатор — журнал С.О.К.). Полную видеозапись мероприятия см. на интернет-ресурсе www.c-o-k.ru в разделе «Видео/СОК-TV».

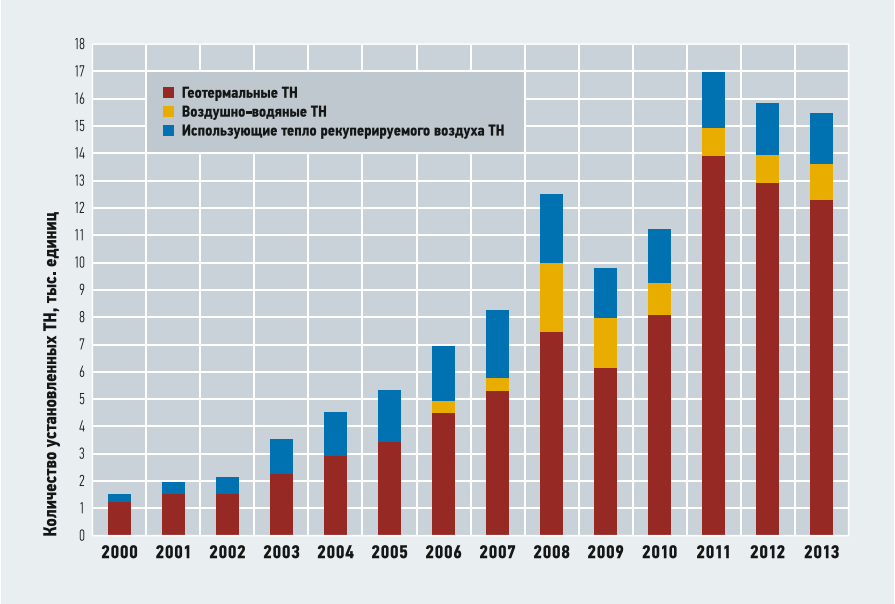


Рис. 2. Динамика продаж тепловых насосов в Финляндии по типам

Если исключить из динамики продаж тепловых насосов в Финляндии сегмент «воздух–воздух», и взять только геотермальные ТН, моноблоки «воздух–вода» и тепловые насосы, использующие тепло, рекуперируемое из вентилируемого воздуха жилого объекта, то количество их снижается и уже не превышает 600 тыс. единиц. При этом в силу своей наибольшей эффективности по количеству преобладают геотермальные тепловые насосы, что и видно по коричневой кривой. Каждый год динамика продаж разная — когда-то больше, когда-то меньше. Но, в целом, из года в год наблюдается тенденция общего роста.

Авторы работают в премиум-сегменте оборудования, а это означает, что они имеют опыт установки дорогого оборудования с длительным сроком эксплуатации. Опираясь на этот факт и на многолетний опыт, авторы оценивают объём продаж таких установок в России порядка 2000 единиц ежегодно. С этой цифрой можно поспорить: кто-то скажет «больше», а кто-то — «меньше». Если сравнивать с Финляндией, то это уровень продаж 2002-го года (рис. 1).

Чем же наши рынки ещё схожи? Если взглянуть на геотермальные тепловые насосы, и при этом сделать их градацию по мощности (рис. 2), то станет очевидно, что по продажам ТН разных мощностей в 2010–2013-х годах на финском рынке преобладали в основном модели мощностью 7–10 кВт. Этот факт говорит о том, что покупателями данной продукции являются в основном представители частного сектора. То есть это загородное домостроительство, коттеджные посёлки. Наш опыт показывает, что в России среди клиентов наших партнёров 90 % — это именно частный сектор, и только 10 % — частный бизнес.

Что общего между частным сектором и частным бизнесом у нас в России? Этот клиент всегда является собственником объекта недвижимости, и он обязательно считает деньги, потраченные на его эксплуатацию, потому что сам этот объект и эксплуатирует. Почему такая разница в динамике продаж? Потому что в России и Финляндии разные экономические условия. Это выражается в разной стоимости энергоносителей (в Финляндии она выше). Отличается и структура экономики — в Финляндии применяются инновационные экономические инструменты, очень активно работает малый бизнес. И ещё очень важный момент — это поддержка государства — развёрнутое государственное субсидирование. Немаловажную роль в развитии продаж подобного оборудования в Финляндии оказывает и экологическая политика, потому что постоянно повышаются планки энергосбережения, что стимулирует возможности для роста экономики, производства, замены оборудования.

Несмотря на то, что в России темпы роста значительно меньше, авторы у себя в компании на протяжении многих лет наблюдают ежегодный прирост объёма продаж, как геотермальных, так и воздушных тепловых насосов. На наш взгляд, этот рост в России связан с ростом тарифов для населения и частного сектора и с развитием загородной инфраструктуры, в том числе удалённой, где отсутствует магистральный газ и другие коммуникации.

Промышленный сектор, также как и частный, развивается в удалении от крупных городов. Важно отметить, что за много лет работы с рынком авторы наблюдают рост доверия к этой технологии и эффективность использования тепловых насосов.

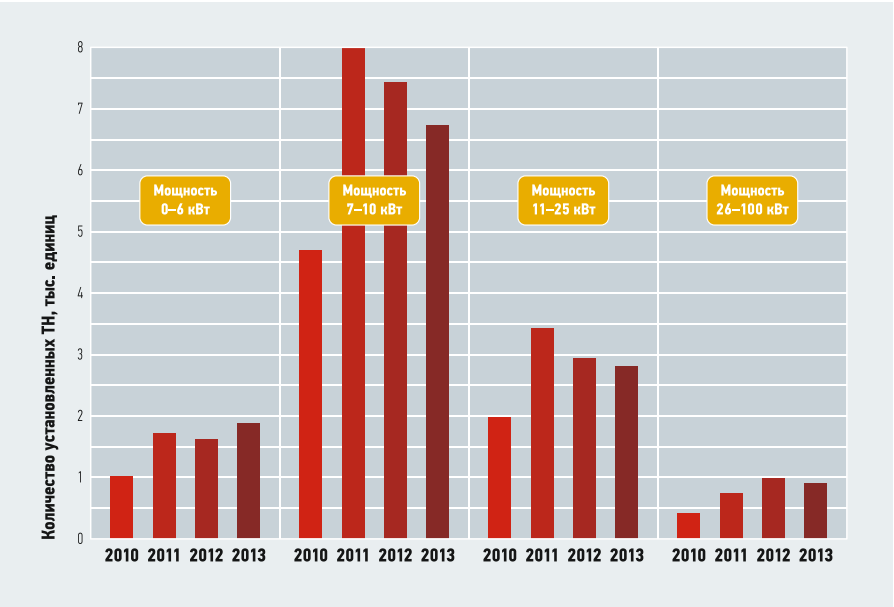


Рис. 3. Динамика продаж тепловых насосов в Финляндии по мощности

Вводилась субсидия в размере 15% от стоимости на обновление любой системы отопления, если она переводилась на ВИЭ. При этом было и дополнительное субсидирование — 3000 евро на одного взрослого членам семьи, причём плюс к вышеуказанным 15%

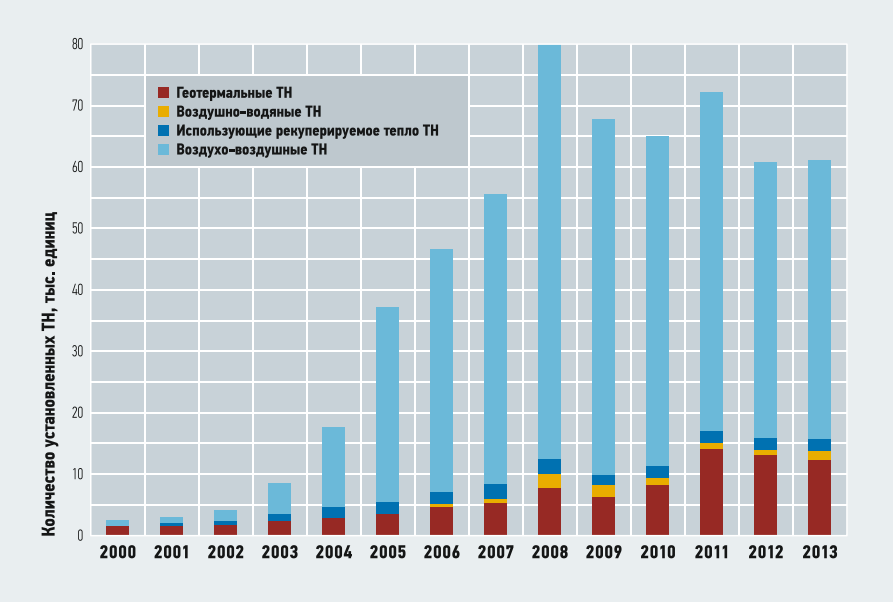


Рис. 4. Прирост продаж тепловых насосов в Финляндии

Помимо всего, нашим помощником является и прогресс, которого достигают различные производители. В частности, в этом году авторы вывели на российский рынок новое оборудование — комбинированную систему «воздух–воздух» и «воздух–вода» с температурным диапазоном работы от –32 до +50 °C.

Вернёмся к финскому опыту. На рис. 4 видно, что 2011-м году наблюдался скачок продаж тепловых насосов. С чем это было связано в Финляндии? На рис. 4 видно, что с 2000-го по 2008-й годы мы наблюдаем стабильный рост, на который, в частности, повлияла субсидированная поддержка государства, но не так значительно, как в 2009–2012-м годах. Когда в 2008-м году начался кризис, он сказался в том числе и на финском рынке. И что в этой ситуации сделало государство?

Финское правительство не могло существенно повлиять на сектор нового строительства, но для поддержки программы реконструкции им было введено субсидирование. Вводилась субсидия в размере 15% от стоимости на обновление любой системы отопления, если она переводилась на возобновляемый источник энергии. При этом было и дополнительное субсидирование, осуществляемое следующим образом. Только вдумайтесь в приведённую далее цифру, ведь даже для европейского рынка удивительно, насколько большую поддержку оказывает государство — 3000 евро на одного взрослого члена семьи (имеется в виду супруг и супруга) в год, причём плюс к вышеуказанным 15%. То есть итого 6000 евро плюс 15% на замену системы отопления. Если взять геотермальное отопление, это составит фактически более половины цены всей системы. Этим государство поддержало не только реальный строительный сектор, но и всех «примыкающих» к нему отраслевых производителей. Далее система субсидирования была сокращена, и с 2012-го года опять наблюдался спад, причём в два раза. То есть, если в 2011-м году было построено 11 тыс. новых домов, коттеджный сектор, то, например, в прошлом 2014-м году — только 6 тыс. Но при этом субсидирование осталось. Например, в текущем 2015-м году оно составляет 2000 евро на одного взрослого, однако выдававшиеся ранее «15%», к сожалению, уже отменены.

Отдельно стоит отметить, что схема выделения субсидии предельно проста — до начала апреля нужно успеть подать заявление в муниципальную службу, где подтверждается, что у вас базово проводится реконструкция.

ИНФО

В целом, климат в Финляндии умеренный, переходный от морского к континентальному, а на севере — континентальный. Несмотря на северное положение, Финляндия испытывает отепляющее воздействие Атлантики. В течение года в стране преобладают западные ветры с частыми циклонами.

Зимы умеренно холодные. Несмотря на то, что в северной части страны в зимний период господствует полярная ночь (в Утсйоки её продолжительность составляет два месяца), в южных районах солнце светит от 48 (зима 1987–1988 годов) до 195 часов (зима 1996–1997-го годов). Осадки выпадают на протяжении всего года. Толщина снежного покрова в конце декабря в среднем составляет на севере страны — 40 см, в центральных регионах — около 30 см, а на юге страны — 10 см. Самыми снежными были декабри 1915, 1965, 1973, 1980, 1981 и 2010-го годов. Согласно данным Метеоцентра Финляндии, среднее число летних дней, отмеченных осадками в виде града — 40, а в 2010-м году в Састамала зафиксировано выпадение градин диаметром 8 см.

Средняя температура февраля на юге Финляндии составляет –6 °C, а в Лапландии достигает –14 °C. В июле +17 °C на юге и до +14 °C на севере, соответственно. Среднестатистическое количество жарких дней июня (с температурой выше +25,1 °C, которая считается границей жары для Финляндии) — восемь дней. Самыми жаркими (38 дней подряд с температурой выше +25,1 °C) были 1973-й и 2014-й годы.

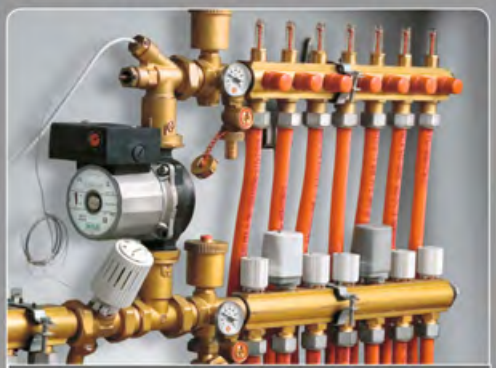
Самая низкая температура на территории Финляндии (по данным на 14.02.2011) наблюдалась 28.01.1999 в общине Киттиля (Лаппи), достигнув –51,5 °C, самая высокая температура 29.07.2010 в общине Липери (Северная Карелия) составила +37,2 °C.

КЛАПАНЫ ДЛЯ РАДИАТОРОВ, ТЕРМОСТАТИЧЕСКИЕ ГОЛОВКИ

КЛАПАНЫ ДЛЯ ОДНО И ДВУТРУБНЫХ СИСТЕМ, УЗЛЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СТАЛЬНЫХ РАДИАТОРОВ

ШАРОВЫЕ КРАНЫ

ФИТИНГИ И АДАПТЕРЫ

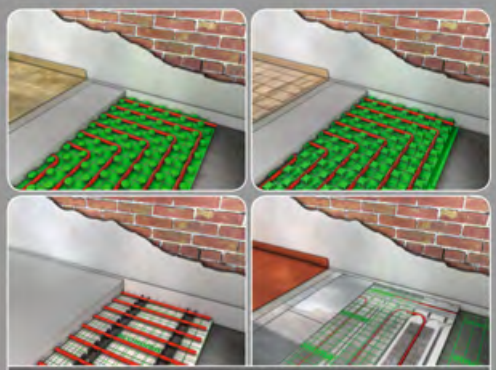


КОЛЛЕКТОРЫ

ЗОНАЛЬНЫЕ И СМЕСИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ, КОТЕЛЬНАЯ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

МОДУЛИ УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛА

БЛОКИ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ



СИСТЕМА НАПОЛЬНОГО ОБОГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ

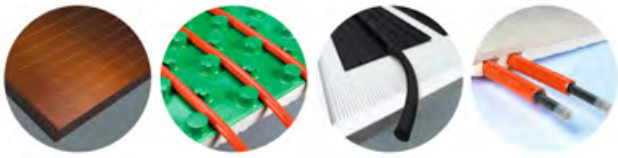
ТРУБЫ PPR, PEX, PERT, PEX AL PEX И PB

СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ

СИСТЕМЫ ПОТОЛОЧНОГО ОБОГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ

На правах рекламы.

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



TRUEMADE IN ITALY
ДЕЙСТВИТЕЛЬНО, СДЕЛАНО В ИТАЛИИ

GIACOMINI
WATER E-MOTION

GIACOMINI SPA • Представительство в России • Тел. (495) 604 8396, 604 8079 • Факс (495) 604 8397 • info.russia@giacomini.com • www.giacomini.ru

Геотермальные установки со струйными и тепловыми насосами для водоподъёма и теплоснабжения

Энергосбережение, использование возобновляемых источников энергии и защита окружающей среды являются одними из самых перспективных и важных направлений использования струйных и тепловых насосов.

Автор: В.И. КАБАКОВ, к.т.н., доцент, Энергетический институт (ЭНИН) им. Г.М. Кржижановского

Автором этой статьи были разработаны различные схемы автономных и многофункциональных установок с такими насосами. Как схемы, так их основные элементы были запатентованы в России, Индии, Австралии, Италии, Франции и США. Патент в США №4970344 связан с использованием различных по конструкции струйных и теплового насосов в установке для водоподъёма и теплоснабжения, а также для снижения минерализации геотермального рассола, извлечения из него ценных элементов или для повторной его закачки в пласт геотермального месторождения.

Патент основан на обширных теоретических и экспериментальных исследованиях указанных схем и аппаратов на лабораторных установках ЭНИН, а также в полевых условиях Паужетского геотермального месторождения на Камчатке, где были проведены испытания насосов на различных бросовых скважинах. Установка со струйными и тепловым насосами показана на рис. 1.

Одновременно устраняя тепловое и солевое загрязнение окружающей среды, установка должна обеспечивать горячее водо- и теплоснабжение посёлка буровиков, в частности, осуществлять бытовое обеспечения водой с пониженной минерализацией, а также теплоснабжение жилищ и теплиц. Работа буровиков на Паужетке очень важна, поскольку при окончании срока действия отдельных скважин приходится бурить и вводить в действие новые дорогостоящие скважины, обеспечивающие непрерывность действия местных ГеоТЭС. Однако бросовые скважины продолжают загрязнять теплом и паром окружающую и исключительно ценную природную среду Камчатки. Именно по инициативе буровиков выполнялась работа по исключению сливов и выбросов от бросовых геотермальных скважин, то есть по защите местной окружающей природной среды и по снижению минерализации горячей воды, подаваемой в дома буровиков, до норм, безопасных для здоровья. Повышенное содержание бора в местных термальных водах, в частности, вредно влияло на состояние зубов жителей посёлка.

Патент основан на обширных теоретических и экспериментальных исследованиях указанных схем и аппаратов на лабораторных установках ЭНИН, а также в полевых условиях Паужетского геотермального месторождения на Камчатке, где были проведены испытания насосов на различных бросовых скважинах

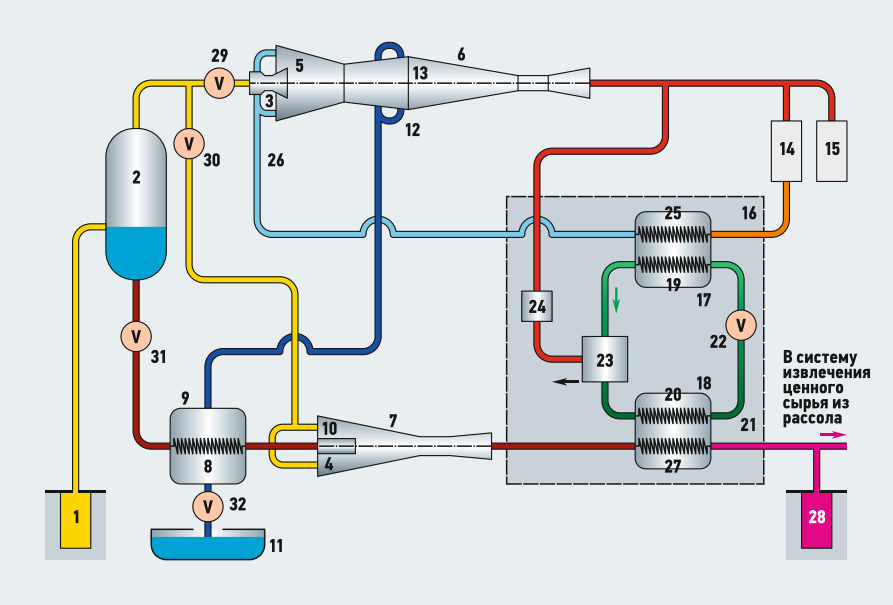


Рис. 1. Установка со струйными и тепловым насосами (**1** — геотермальная скважина; **2** — сепаратор; **3** и **4** — паровые сопла; **5** — ступень высокого давления; **6** — двухступенчатый инжектор; **7** — струйный насос; **8** — нагревающая сторона; **9** — теплообменник; **10** — жидкостное сопло струйного насоса; **11** — источник пресной воды; **12** — жидкостные сопла ступени низкого давления инжектора; **13** — камера смешения второй ступени инжектора; **14** — системы теплоснабжения; **15** — системы водоснабжения; **16** — тепловой насос; **17** — испаритель; **18** — конденсатор; **19** — обогреваемая сторона; **20** — охлаждаемая сторона; **21** — линия для промежуточного теплоносителя; **22** — дроссельный клапан; **23** — компрессор; **24** — гидравлический привод; **25** — охлаждаемая сторона испарителя; **26** — линия для транспортировки охлаждённой жидкости в первую ступень инжектора; **27** — обогреваемая сторона конденсатора; **28** — скважина реинжекции; **29**, **30**, **31** и **32** — регулировочные вентили)

В указанной установке, а также в агрегатах только со струйными насосами, описанных ниже, может использоваться либо пароводяная смесь, непосредственно поступающая из бросовых геотермальных скважин, либо пар после сепараторов ГеоТЭС. В данной работе приведён в основном опыт использования пароводяной смеси. Сами установки позволяют осуществлять реинжекцию сливных вод в пласт геотермального месторождения через скважины закачки. Достижению высокой производительности и эффективности установки, показанной на рис. 1, должен способствовать установленный в ней тепловой насос.

Вкратце опишем действие этой установки. Паровая смесь после скважины и сепаратора поступает к соплам 3 и 4. Рассол после сепаратора направляется в теплообменник 9 и отдаёт тепло пресной воде из источника 11. Затем пресная вода поступает в жидкостные сопла 12 второй ступени инжектора 6. После смешения с этой водой завершается конденсация пара в этом инжекторе, а вода используется в системе теплоснабжения 14. Охлаждённый рассол после теплообменника 9 поступает в центральное сопло 10, а затем и камеру смешения струйного насоса 7. Пар поступает сюда через кольцевое паровое сопло 4.

После выхода из насоса 7 рассол, имеющий достаточно высокое давление, поступает на вход теплового насоса 16 в его обогреваемую часть, тогда как в охлаждаемую сторону 25 испарителя 17, через которую проходит и дополнительно охлаждается вода после использования в системе теплоснабжения 14, что повышает показатели инжектора 6. Тепло от этой воды отдаётся промежуточному теплоносителю (жидкости с низкой температурой кипения), перемещающемуся по обогреваемой стороне 19 испарителя 17. Здесь теплоноситель вскипает, а образующийся пар затем сжимается в компрессоре 23, снабжённом гидравлическим приводом 24, действие которого основано на срабатывании давления воды после инжектора 6. Количество воды, используемой в гидроприводе 24 компрессора 23, незначительно (не более 10% от её расхода после инжектора 6).

Температура и теплосодержание промежуточного теплоносителя возрастают в результате сжатия, после чего тот поступает в конденсатор 18 и, проходя по его охлаждаемой стороне 20, отдаёт тепло рассолу, движущемуся по нагреваемой стороне 27 конденсатора 18. То есть тепловой насос охлаждает жидкость перед поступлением его в инжектор 6 и нагревает рассол перед его использованием для извлечения из него полезного сырья или для реинжекции в пласт геотермального месторождения. Дроссельный клапан 22, установленный в контуре 21, служит для подъёма давления промежуточного теплоносителя после конденсатора 18.

Таким образом, тепловой насос улучшает производительность и КПД установки, а также делает её более многофункциональной и устойчивой в работе при одновременном снижении попадания термальных рассолов в природные водоёмы, реки и ручьи Камчатки.

Рассматриваемые установки, работающие на влажном паре, существенно (в два-три раза) понижают минерализацию солей в воде благодаря смешению минерализованных рассолов в струйных насосах-инжекторах с пресной водой из этих поверхностных источников и характеризуются простотой, надёжностью и низкой стоимостью. Это связано, в частности, с тем, что бросовые скважины, являющиеся важной частью установок, полностью обесцениваются после окончания срока своей активной работы на ГеоТЭС.

Особым достоинством установок является устранение теплового и солевого загрязнения окружающей среды.

Что касается струйных насосов (инжекторов-конденсаторов), то они совмещают в своей работе функции вакуумного и нагнетательного насосов, а также смесителей и конденсаторов, поднимающих пресную воду из источника и перекачивающих определённое количество термальной минерализованной воды потребителю. Струйные насосы содержат паровое и жидкостное сопла, камеру смешения и диффузор. В камере смешения струйного аппарата, являющейся эффективным теплообменником смешивающего типа, осуществляется интенсивный нагрев холодной жидкости, а также её разгон двухфазным потоком после сопла инжектора, а в диффузоре — существенное повышение давления. Такие насосы не требуют ухода, оказываются достаточно дешёвыми и несложными в изготовлении и обслуживании. В них отсутствуют трущиеся и вращающиеся детали, что гарантирует длительный срок службы. Минерализация термальных вод после струйных насосов резко понижается.

Нами сначала были изучены в реальных условиях малые лабораторные конструкции инжекторов и первые небольшие струйные насосы для геотермального применения, которые были установлены после бросовых скважин Паужетского геотермального месторождения. Установка, на которой были проведены соответствующие испытания, показана на рис. 2.

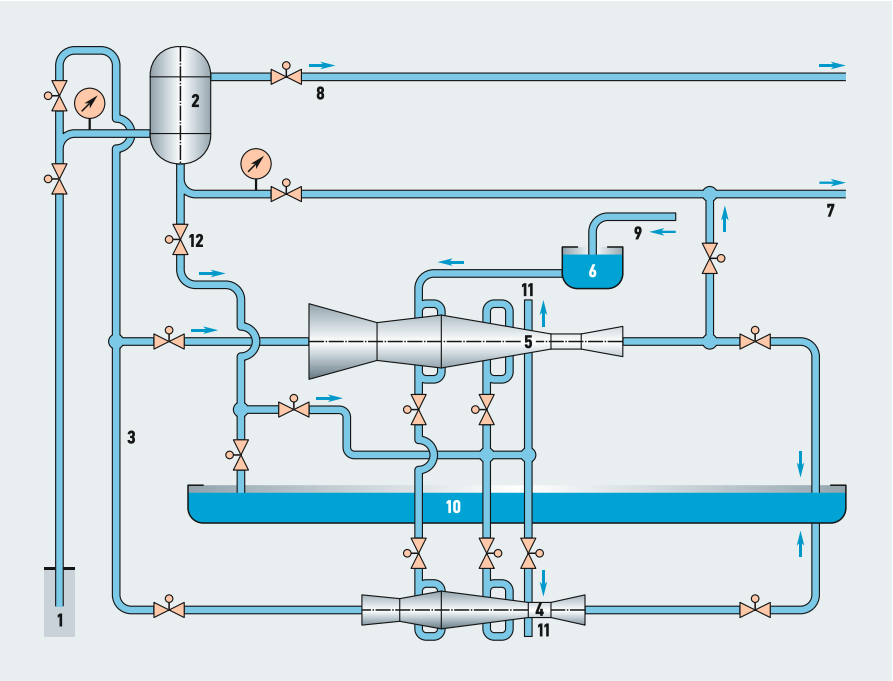


Рис. 2. Установка для изучения работы лабораторных конструкций инжекторов и струйного насоса СН-312 на скважине РЭ-1 Паужетского геотермального месторождения на Камчатке [**1** — геотермальная скважина РЭ-1; **2** — сепаратор; **3** — пароводяная смесь; **4** — лабораторный инжектор; **5** — струйный насос СН-312; **6** — пусковой бак; **7** — в систему горячего водоснабжения и теплоснабжения; **8** — к ГеоТЭС; **9** — горный ручей; **10** — небольшая речка; **11** — сброс в атмосферу при запуске; **12** — выход термальных вод (рассола) после сепаратора]

Фото: www.kscnet.ru

Затем были разработаны, испытаны и успешно работали крупные конструкции струйных насосов с различными подводами холодной жидкости — многоструйным, центральным и двухступенчатым, а также с подводом через отверстия запуска горячих рассолов.

Характеристики струйных насосов позволили эффективно им работать в достаточно широких диапазонах изменения режимных параметров. Для регулирования выходных параметров струйных насосов на Паужетке (Камчатка) применён сменный набор горловин диффузора на выходе из их камер смешения. Ввод термальной жидкости через отверстия запуска осуществлён нами впервые, и оказался весьма полезным, а это ещё один повод рекомендовать замену дорогостоящих и громоздких центробежно-вихревых насосов с электроприводом струйными насосами.

Установка для испытания и работы установки с тремя струйными насосами на Камчатке показана на рис. 3.

На Камчатке были успешно испытаны различные по конструкции и по производительности струйные насосы, поднимающие из источников и перекачивающие от 1 до 60 тонн в час холодной и горячей минерализованной воды. Габариты данных агрегатов следующие: длина — 0,5–3,5 м, диаметр до 0,3 м, масса — от 5 до 350 кг. Начальное паросодержание смеси — 0,04–0,015, её начальное давление — 0,1–0,25 МПа, давление в камерах смешения — 10–20 кПа, давление за насосами — 0,25–0,8 МПа; температура холодной жидкости — 4–15 °C, температура горячего рассола — 70–95 °C, температура на выходе насосов — 40–85 °C.

Важным результатом работы было отсутствие влияния масштабного фактора на показатели инжекторов. Размеры инжекторов никак не влияли на режимные характеристики аппаратов (естественно, при тщательном их проектировании по разработанной автором методике). Кратко изложим эту методику.

Как указывалось, испытания лабораторных конструкций и первого крупного струйного насоса в полевых условиях на Камчатке не выявили при равных начальных параметрах отличия в показателях одинаковых по конструкции струйных насосов при различных их размерах и производительности. Отличия наблюдались лишь во влиянии самой конструкции, что было использовано в других установках на возобновляемых источниках энергии со струйными насосами, и не подлежит рассмотрению в рамках этой статьи.

При конструировании струйных насосов (СН) большой производительности были использованы данные:

1. Результаты теоретических исследований, включая следующие уравнения и безразмерные параметры:

$$Z = Y\left(Y - \sqrt{Y}\right), \text{ где} \qquad (1)$$

$$Z = \frac{p_{\text{вых}} - p_{\text{кс}}}{\rho_2 w_2^2}\left(\frac{1+u}{u+\omega}\right)^2;$$

$$u = \frac{G_2}{G_1};\ \omega = \frac{w_1}{w_2};$$

$p_{\text{вых}}$ и $p_{\text{кс}}$ — это давления на выходе диффузора и в камере смешения; w_1 и w_2 — скорости парожидкостной смеси и жидкости на входе в камеру смешения; G_2 и G_1 — соответствующие расходы; ρ_2 — плотность жидкости; коэффициент сужения

$$Y = \frac{F_2(1+u)^2}{F_{\text{гд}}\,u(u+\omega)},$$

здесь F_2 и $F_{\text{гд}}$ — площадь, занимаемая жидкостью на входе в камеру смешения, и площадь горловины диффузора.

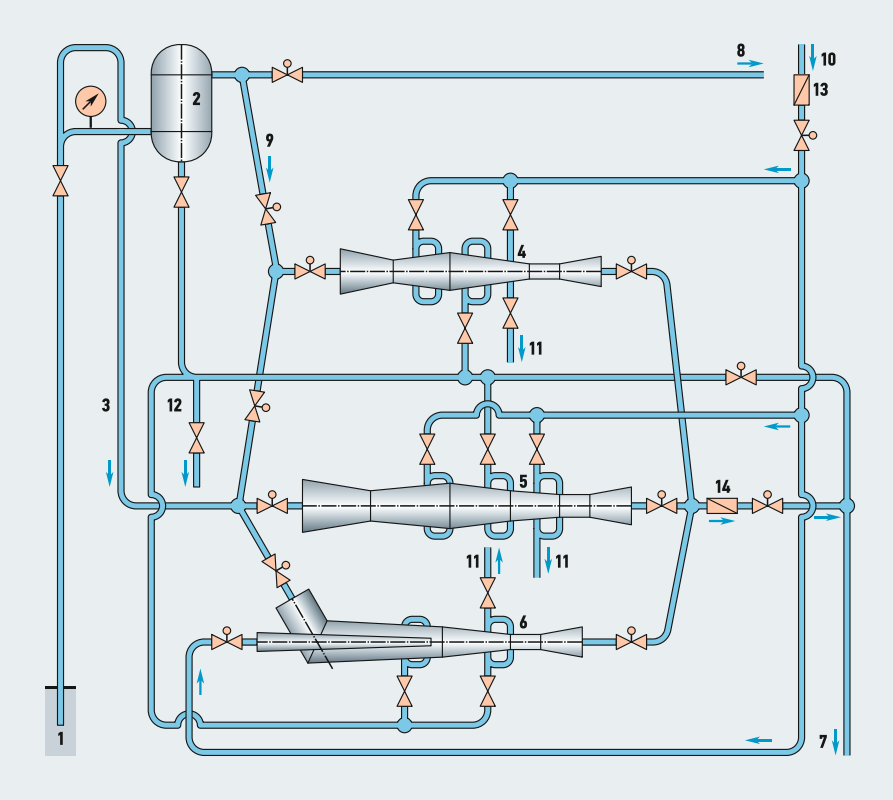


Рис. 3. Геотермальная установка со струйными насосами для подъёма, подачи воды и теплоснабжения [**1** — геотермальная скважина К-16; **2** — сепаратор; **3** — пароводяная смесь; **4** — насос СН-312; **5** — насос СН-315; **6** — подача на горячее водо- и теплоснабжение; **8** — сброс пара в атмосферу; **9** — возможная подача пара к насосам; **10** — холодная вода из местного водотока (ручья); **11** — сброс в атмосферу при запуске или ввод горячего рассола при работе; **13** и **14** — расходомеры холодной воды и воды после насосов]

В то же время

$$p_{\text{вых}} - p_{\text{кс}} = \rho_2 \left(\frac{w_1^2}{2} \right) k_{\text{см}} \left(2Y - Y^2 \right), \qquad (2)$$

где $k_{\text{см}}$ — коэффициент, учитывающий потери на смешение: он тем меньше, чем меньше u и w ($w \to 1$). Эти основные безразмерные параметры использованы при расчёте и анализе результатов испытаний различных конструкций струйных насосов в различных условиях.

2. Метод расчёта струйных насосов основан не только на расчётах по одномерной теории их работы, но и на изучении процессов в элементах этих аппаратов. Условием, отличающим действие рассматриваемых в данной статье струйных насосов-инжекторов от других их применений, является низкое (близкое к атмосферному) давление, что вынуждает их быть одновременно вакуумными и нагнетательными насосами.

Метод расчёта и конструирования включает и все данные пункты:

1. Новые данные по характеристикам и геометрии двухфазных сопел — сопел Лаваля и сопел с центральным телом при истечении через них высоковлажной двухфазной смеси. Измерение реактивной тяги сопел позволило определить их эффективность и значения общей скорости, а также скоростей и плотностей фаз на выходе при различной геометрии сопел. В соответствии с полученными нами расчётными и экспериментальными данными, длина диффузорной части сопел оказалась значительной, тогда как угол её раствора — небольшим. Профиль этой части осесимметричного сопла Лаваля целесообразно выполнять по лемнискате. Показано, что при большом перепаде температур между потоками в сопле с центральным телом или при таких значительных размерах, как у конструкций для Камчатки, требуется выполнение теплоизоляции между жидкостным и двухфазным соплами.

Фото: www.kamdata.ru

2. Новые данные, полученные автором и необходимые для расчёта основного элемента струйных аппаратов-инжекторов — его камеры смешения. Теоретические и экспериментальные результаты изучения процессов распространения и распада жидкостных струй и факела их распыла в двухфазном потоке позволили определить оптимальную длину камеры смешения, которая близка к шести калибрам входного сечения этой камеры. Обнаружено, что при диаметрах жидкостного сопла $d_{\text{ж}}$ в конструкции с центральным подводом (эквивалентного диаметра — в конструкции с многоструйным подводом) и горловины диффузора $d_{\text{гд}}$, близких друг к другу по значениям, достигаются условия оптимальной работы инжектора, что связано с завершением процессов смешения потоков и образованием требуемой структуры потока на входе в горловину диффузора. Некоторый выигрыш в КПД камеры смешения, наблюдавшийся как в лабораторных, так и натурных испытаниях, даёт оптимальное и интенсивное сужение выходного конического участка камеры смешения в месте его перехода к цилиндрической части диффузора.

В результате обширных лабораторных и натурных исследований инжекторов, а также оптических и гидродинамических изучений скачка давления, в частности, предложено выполнять диффузор с цилиндрической и расширяющейся частями

3. В результате обширных лабораторных и натурных исследований инжекторов, а также оптических и гидродинамических изучений скачка давления, в частности, выполненных и другими исследователями, предложено выполнять диффузор с цилиндрической и расширяющейся частями, причём длину его горловины (участка постоянного сечения) целесообразно выбирать равной (3–5)$d_{\text{гд}}$, а угол раствора его расширяющейся части принимать 12–14°. Оптимальным при этом оказывается протекание скачка давления в горловине диффузора. В качестве одного из методов запуска и регулирования работы струйного насоса предложены наборы сменных по размеру горловин в месте перехода от конфузорной камеры смешения к диффузору, на что уже указывалось выше.

4. Наряду с оптимальными геометрическими соотношениями струйных насосов получены новые данные по оптимальным режимным характеристикам. Для конструкций с многоструйным и центральным подводами обнаружено влияние отношения скоростей парожидкостной смеси и жидкости на входе в камеру смешения w на КПД инжекторов. Оптимумы при снижении w получены для них при $w = 9$ и $w = 3$.

Фото: www.kscnet.ru

Фото: www.404415.livejournal.com

Наибольшее значение внутреннего КПД составило около 11 %, что, по крайней мере, в 1,25 раз больше всех известных из литературы значений. О роли других безразмерных параметров (u, Y, $k_{см}$) можно судить по результатам, изложенным в многочисленных публикациях автора, а все работы [1–6], включая также одномерную теорию течения в камере смешения и диффузоре, а также изобретения и патенты по указанным и другим конструкциям инжекторов (16 патентов), и составляют в целом метод расчёта струйных насосов.

Рассмотренные выше установки позволяли подавать потребителю требуемый расход воды с температурой от 35 до 95 °С. Они использовали тепло, пар и рассол после бросовых скважин ГеоТЭС, защищая окружающую природную среду. Они могли также решать и другие задачи, в том числе реинжекцию рассола после сепараторов через скважины повторной закачки в пласт геотермального месторождения, тем самым продлевая срок функционирования месторождения, а также подачу рассола в систему для извлечения из него ценных элементов. Струйные насосы позволили понизить минерализацию рассолов в два-три раза благодаря закачке пресной воды из природных источников и её перемешиванию с рассолом, что доводило содержание солей в воде до допустимых по нормам значений при её подаче в системы теплоснабжения и обеспечения горячей водой.

Описанные установки, а также струйные и тепловые насосы могут успешно быть применены для целей, рассмотренных в данной статье, а также для иных целей и на других геотермальных месторождениях. В частности, автор разработал и испытал на геотермальном месторождении в Махачкале жидкостно-газовый инжектор, активной рабочей средой в котором является жидкость, находящаяся под высоким давлением. Такие аппараты требуют другого подхода и метода расчёта. Использован известный из литературы метод расчёта таких аппаратов в химической и нефтехимической технологиях. Образующийся в таком инжекторе дисперсный двухфазный поток аналогичен псевдоожиженному слою. Интенсивное взаимодействие между фазами позволяет использовать инжектор в качестве аэратора и абсорбера. В данном случае прибор был разработан для снижения содержания фенола в термальных водах.

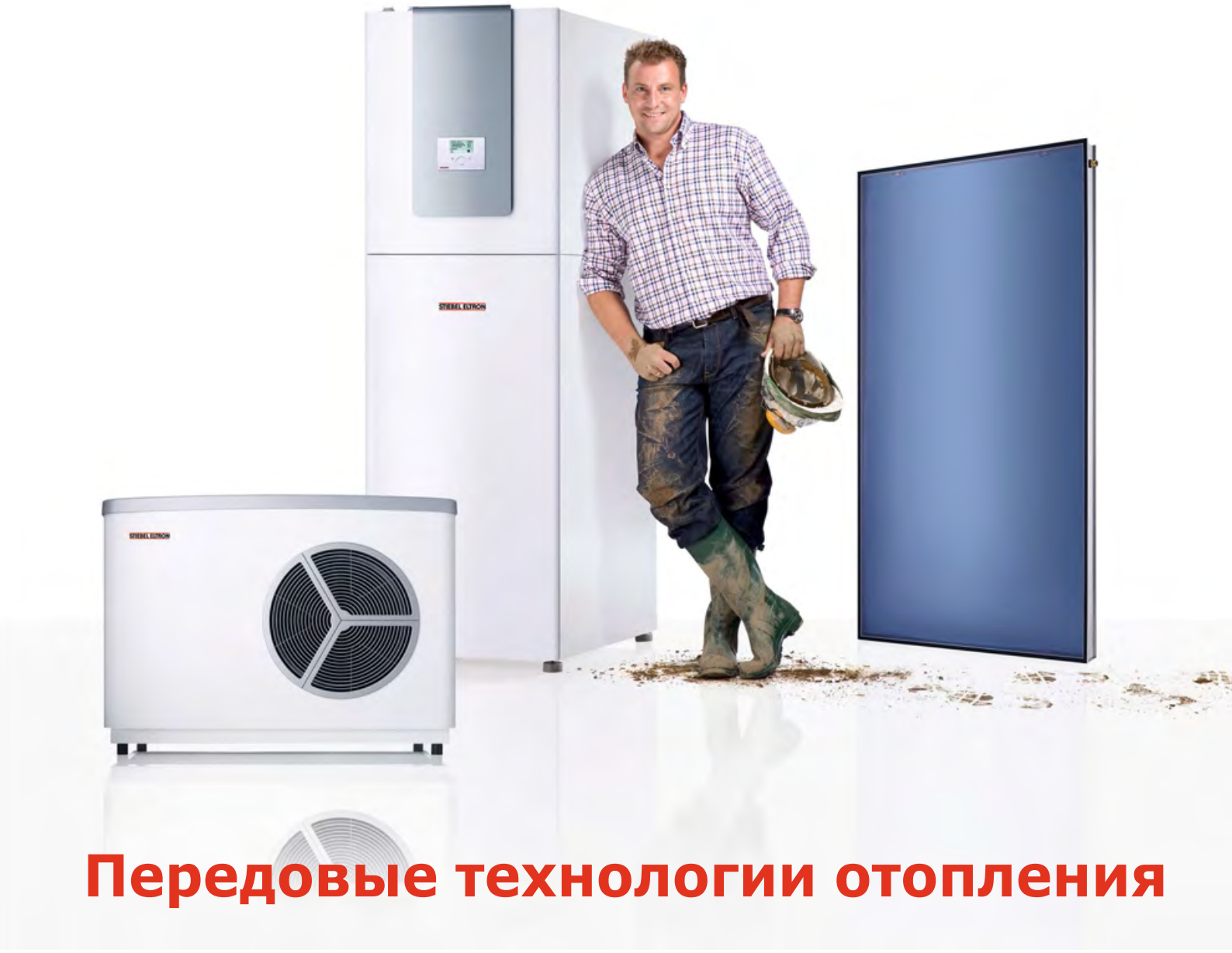
Расчёт аэратора выполнен для давления воздуха 0,1 МПа, давления воды 0,3 МПа, температуры воздуха 10 °С и объёмного коэффициента инжекции, составляющего 1–5. Анализ образцов воды на содержание фенола до и после сепаратора показали значительное снижение этого содержания в результате интенсивного перемешивания и массообмена воды с воздухом. Очищенная вода по своим показателям подходит для бытового применения, а высокая температура после аэратора позволяет использовать её для теплоснабжения.

Из других применений струйных и тепловых насосов упомянем только те, которые рассматривались автором данной статьи. Это автономные космические и наземные установки различного назначения и установки на других источниках энергии — прежде всего, на солнечной; агрегаты для использования бросового тепла и подачи питательной воды на металлургических предприятиях, в котельных, ТЭС и т.д.; установки для реинжекции воды в пласт нефтяных месторождений для повышения дебита их скважин; устройства для медицинских и других целей, когда струйные аппараты выполняют роль регулятора постоянства температуры подаваемой воды путём регулирования давления в их камере смешения.

Анализ образцов воды на содержание фенола до и после сепаратора показали значительное снижение этого содержания в результате интенсивного перемешивания и массообмена воды с воздухом. Очищенная вода по своим показателям подходит для бытового применения, а высокая температура после аэратора позволяет использовать её для теплоснабжения

Отметим, что успеху данной проведённой работы со струйными и тепловыми насосами способствовало то, что анализ и экспериментальное изучение условий работы этих агрегатов в лабораторных условиях для указанных целей были проведены автором в лабораториях ЭНИНа в интервале изменения начальных параметров, включавших также их реальные значения на Паужетском геотермальном месторождении.

1. Patent of USA. №4979344. Geothermal heat- and water supply plant. Kabakov V.I., Aladiyev I.T., Dryndrozhik E.I. Dec. 25, 1990.
2. Аладьев И.Т., Кабаков В.И., Мухин В.А. Опыт использования струйных насосов в системах геотермального водо- и теплоснабжения и для реинжекции: В кн.: Возобновляемые источники энергии. Т. 2. — ГКНТ, Черноголовка-Ереван, 1985.
3. Кабаков В.И., Желтова Г.М. Методика расчёта инжектора-конденсатора и некоторые способы его оптимизации и регулирования выходных параметров: В сб.: Теплогидродинамические процессы в элементах энергооборудования электростанций. — М.: ЭНИН, 1988.
4. Кабаков В.И., Усанов В.В. Эжекторная технология, состояние и основные проблемы // Изв. РАН. Энергетика, №1/2002.
5. Kabakov V.I. Ecologically clean geothermal water and heat supply plants with jet and heat pumps // Renewable Energy. Advanced Technology — path to global sustainability. Chiba. Japan. Oct. 2006.
6. Кабаков В.И. Автономные энергетические установки со струйными и тепловым насосами различного назначения: Сб. докл. на научн. сессии РАН «Энергосбережение и защита окружающей среды на теплоэнергетических объектах ж/д транспорта, промышленности, ЖКХ». — М.: МИИТ, 2008.
7. Кабаков В.И. Многофункциональные автономные солнечные и геотермальные установки со струйными насосами // Наука и технология в промышленности, №3/2008.
8. Кабаков В.И. Гибридные энергоустановки со струйными насосами // Малая энергетика, №3–4/2011.
9. Кабаков В.И. Установки на ВИЭ для решения конкретных задач: Мат. межд. конф. «Возобновляемая энергетика. Прикладные аспекты разработки и практического использования». — Черноголовка, 2014.
10. Kabakov V.I. Development and indicators of multifunctional autonomous plants using renewable energy sources // Journal of Management and Strategy. Vol. 5. No. 3. 2014.
11. Кабаков В.И. Технико-экономический эффект использования установок для подъёма, подачи и нагрева жидкости: Сб. трудов XI Межд. конф. «Возобновляемая и малая энергетика '2014». — М., 2014.



Передовые технологии отопления

- КОНСУЛЬТАЦИИ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ
- ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ
- МОНТАЖ

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ, СОЛНЕЧНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ, ВЕНТИЛЯЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОТ ВЕДУЩЕГО НЕМЕЦКОГО ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

Россия, 125502, г. Москва
ул. Лавочкина, д. 19
Тел.: 8 (495) 602-08-94
e-mail: info@veles-gh.ru
www.veles-gh.ru

Veles-GreenHeat ®

Россия, 129343, г. Москва
ул. Уржумская, д. 4, стр. 2
Тел.: 8 (495) 775-38-89
e-mail: info@stiebel-eltron.ru
www.stiebel-eltron.ru

STIEBEL ELTRON

На правах рекламы.

Тепловой насос для «пассивного» дома*

При строительстве дома практически каждый уважающий себя хозяин руководствуется выражением «мой дом — моя крепость». Однако эта «крепость» далеко не всегда хорошо утеплена. К сожалению, пока лишь считанные проценты от общего количества строящихся в России домов соответствуют стандартам «пассивных», так распространённых в Европе. Чем может быть интересно строительство таких домов? Попробуем в этом разобраться.

Автор: Михаил ЧУГУНОВ, специалист по инновационным продуктам ООО «Вайлант Груп Рус»

«Пассивным» называют здание, расход тепловой энергии которого на отопление составляет до 15 кВт·ч/м^2 в год. Для того чтобы дом соответствовал таким показателям, к его конструкции предъявляются определённые требования:

- минимальная толщина утеплителя 25 см при $\lambda = 0{,}04$ Вт/(м·°С);
- стеклопакеты с коэффициентом теплопередачи 0,5–0,8 Вт/(м·К);
- приточно-вытяжная рекуперационная установка с $\eta > 75\,\%$;
- замкнутая воздухонепроницаемая оболочка (тест на герметичность);
- отсутствие «мостиков холода».

Стены и перекрытия рассматриваемого нами дома выполнены из SIP-панелей. Толщина эффективного утеплителя составляет 300 и 350 мм, соответственно. Окна имеют коэффициент сопротивления теплопередаче $R_{пр} = 1{,}05$ м^2·°С/Вт. Перекрытие фундамента по грунту утеплено ПСБ-С толщиной 300 мм. В качестве отопительных приборов используются водяные тёплые полы. Приточно-вытяжная установка оснащена рекуперативным теплообменником. Для приготовления горячей воды, отопления и догрева приточного воздуха используется тепловой насос VWS 81/3 мощностью всего 8 кВт — при площади дома 250 м^2!

Потребление тепла за сезон таким домом составляет всего лишь 3640 кВт·ч или 15 кВт·ч/м^2. Таким образом, его смело можно отнести к категории «пассивных» домов. Средние фактические теплопотери за отопительный период составляют 11 Вт/м^2, среднемесячный платёж за отопление и ГВС не превышает 1800 рублей при стоимости электроэнергии 4 рубля за 1 кВт·ч. Годовые затраты на электроэнергию (для отопления и ГВС) составят около 15 тыс. руб.

Стены и перекрытия рассматриваемого нами «пассивного» дома выполнены из SIP-панелей. Толщина эффективного утеплителя составляет 300 и 350 мм. Перекрытие фундамента по грунту утеплено ПСБ-С толщиной 300 мм

Монтаж и пусконаладка оборудования выполнены компанией «Теплокрепость» (Екатеринбург)

* По материалам Круглого стола «Геотермальные и воздушные тепловые насосы: текущая ситуация и перспективы использования в России» (организатор — журнал С.О.К.). Полную видеозапись мероприятия см. на интернет-ресурсе www.c-o-k.ru в разделе «Видео/СОК-TV».

Немаловажным преимуществом является и то, что данный дом обладает высокой тепловой инерционностью — например, при 16-часовом аварийном отключении электроэнергии и температуре окружающей среды –16 °С понижения температуры внутри дома не произошло.

Итак, строительство так называемых «пассивных» домов с применением тепловых насосов в качестве основного источника тепла позволяет:

1. Снизить срок окупаемости проекта на 10–15 % по сравнению со строительством нормально утеплённого дома с тепловым насосом бóльшей мощности. Это обусловлено значительной стоимостью обустройства наиболее часто применяемых в качестве источника тепла геотермальных зондов. Стоимость их установки, в отличие от стоимости теплового насоса, прямо пропорциональна необходимой отопительной мощности. Более эффективное утепление обходится дешевле, чем бурение дополнительных скважин.

2. Высвободить либо не докупать электрическую мощность. Весьма распространённым случаем является нехватка выделенной мощности. Зачастую из 10 кВт выделенной мощности 4–6 кВт уходит на освещение и бытовые приборы (СВЧ-печь, чайник, фен, пылесос). Оставшегося, скорее всего, не хватит на отопление электрическим котлом, если других видов отопления не предусмотрено.

3. Использовать тёплые полы как единственный прибор отопления. В нормально утеплённом доме теплопотери составляют 70–80 Вт/м². Тёплые полы в реальных условиях, с учётом площади, не занятой мебелью, а также с учётом поправок на применение деревянных напольных покрытий или ковров, обеспечивают отдачу 50–60 Вт/м². И для достижения комфортных условий придётся использовать дополнительный прибор отопления.

Преимуществом рассматриваемого «пассивного» дома является и его высокая тепловая инерционность. При 16-часовом аварийном отключении электроэнергии и температуре окружающей среды –16 °С понижения температуры внутри дома не произошло

Сравнение экономических показателей табл. 1

Для дома площадью 240 м²	Пассивный дом с ТН	Обычный дом с ТН	Обычный дом с электрокотлом
Удельные тепловые потери, Вт/м	20	80	80
Теплопотребление, кВт	4,8	19,2	19,2
Затраты на отопление и ГВС, руб/сезон	15 000	59 000	241 000
Удельная стоимость дома с инженерным оборудованием, руб/м²	35 000	32 500	30 000
Стоимость дома с инженерным оборудованием, руб.	8 400 000	8 300 000	7 200 000
Окупаемость, лет	5,3	6	–

Тепловые насосы на социальных объектах*

В данном материале представлен опыт внедрения тепловых насосов на объектах социальной сферы, где это оборудование даёт реальную возможность повышения эффективности систем теплоснабжения и минимизации бюджетных затрат на теплоснабжение.

В нашей стране постоянно растёт интерес к практическому внедрению возобновляемых источников энергии. В частности, накоплен достаточный опыт использования тепловых насосов. Прежде всего, они применяются в жилом секторе и на производственных объектах. Гораздо меньше известно о возможностях их использования на объектах социальной сферы. Здесь тепловые насосы более чем актуальны, как реальная возможность повышения эффективности систем теплоснабжения и минимизации бюджетных затрат на него.

Уникальные технологии, присущие разным типам тепловых насосов, идеально выполняют специфические требования, предъявляемые к социальным объектам. Компания Danfoss накопила значительный опыт реализации проектов на объектах социальной инфраструктуры и на спортивных сооружениях с учётом их особых потребностей.

При создании системы теплоснабжения в детских садах и школах решается проблема перегретых радиаторов и холодных полов. Также осуществляется постоянный контроль температуры в системе горячего водоснабжения и антибактериальная защита. Для таких объектов особенно важно обеспечить безопасность системы, её надёжность и независимость от возможных сбоев, характерных для систем централизованного теплоснабжения.

В 2011-м году в городе Томске построен детский сад «Солнечный зайчик», который имеет класс энергоэффективности «А». На основе геотермальных тепловых насосов здесь создана полноценная климатическая система, обеспечивающая потребности в тепле и горячей воде, а также в охлаждении.

Система отопления реализована на применении водяных тёплых полов с температурой теплоносителя от 35 до 45 °C. Низкотемпературные отопительные приборы также установлены, но, скорее, они предназначены для дополнительного обогрева на случай сильных сибирских морозов. Летом, когда температура воздуха достигает 25–27 °C, систему переключают в режим пассивного охлаждения. Если этого недостаточно, можно использовать и активное охлаждение с помощью компрессора.

Автор: Андрей ОСИПОВ,
руководитель направления
тепловые насосы ООО «Данфосс»

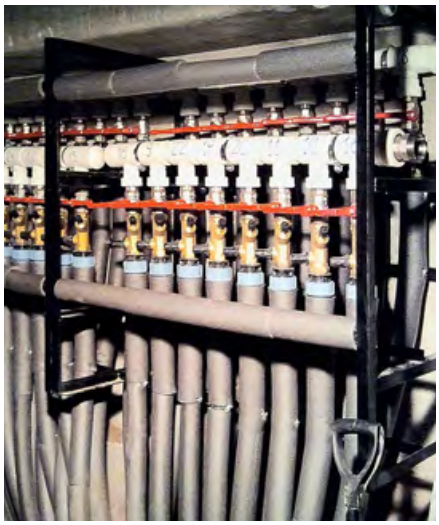
* По материалам Круглого стола «Геотермальные и воздушные тепловые насосы: текущая ситуация и перспективы использования в России» (организатор — журнал С.О.К.). Полную видеозапись мероприятия см. на интернет-ресурсе www.c-o-k.ru в разделе «Видео/СОК-TV».

Здание имеет площадь 1500 м^2, здесь установлены три геотермальных тепловых насоса DHP-R42. Они позволяют на каждый затраченный киловатт питающей их электроэнергии получить от 4 до 6 кВт тепловой энергии. Окупаемость проекта составляет пять-шесть лет.

Похожий проект реализован в школе села Вершинино Томской области. В селе нет централизованной системы теплоснабжения, поэтому каждый объект требует создания собственного источника тепловой энергии. При выборе инвестор предпочёл инновационную технологию с учётом её экономических показателей и потребительских характеристик.

Техническое решение обеспечивает отопление, ГВС и охлаждение здания без подведения тепловой сети или газа. Опыт эксплуатации показал, что в детских учреждениях стало легко и просто поддерживать необходимый микроклимат, который определён санитарными нормами. Стоит также отметить, что срок службы теплового насоса составляет более 20 лет без выделения углекислого газа (CO_2) и рисков пожара.

Эффективно применение технологии и на спортивных объектах. Например, если необходимо подогревать футбольный газон для организации всесезонной игры. При необходимости под полем может быть смонтирован коллектор для отопления помещений стадиона. Подобный проект компания реализовала, например, на стадионе футбольного клуба Winterton Rangers (город Винтерторн, Северный Линкольншир, Англия).



Для ледовых арен, наоборот, критично постоянно поддерживать охлаждение льда. Как показал опыт реконструкции стадиона Löfbergs Arena (Швеция), тепловые насосы не только обеспечивают эффективную работу холодильной установки, но и снижают затраты на отопление и ГВС. Для здания (10 тыс. м^2) реализована воздушная система отопления и охлаждения на основе шести насосов DHP-R42, а в качестве источника энергии выступает лёд. Стоимость эксплуатации снизилась с 8,7 до 4,8 млн рублей в год.

Тепловые насосы позволяют на практике успешно реализовать интересные и сложные технические решения. Спектр их применения постоянно растёт, учитывая их уникальные характеристики, высокий энергосберегающий эффект и безопасность при эксплуатации

В Москве экологичный и бесшумный источник тепловой энергии на базе воздушного теплового насоса работает в игровом центре Филёвского парка. Пожалуй, это наглядный пример отопления и горячего водоснабжения здания без подведения традиционных коммуникаций. Мы получаем минимальное воздействие на окружающую среду и высокий экономический эффект.

Итак, тепловые насосы позволяют реализовать интересные и сложные технические решения. Спектр их применения постоянно растёт, учитывая нередко уникальные характеристики, высокий энергосберегающий эффект и безопасность при эксплуатации. Опыт «Данфосс» подтверждает востребованность инновационной технологии в социальной сфере, которая обеспечивает минимизацию расходов на содержание объектов, выводит на принципиально новый уровень их обслуживание и повышает уровень комфорта для потребителей.

Опыт применения воздушных ТН в Санкт-Петербурге и Ленинградской области*

В статье рассмотрен пример использования воздушных тепловых насосов при модернизации объекта с неэффективной системой отопления на базе котла на дизельном топливе.

Автор: А.В. ФЁДОРОВ, технический директор компании TMEnergy (официальный дистрибьютор тепловых насосов Dimplex в России)

В предлагаемом примере разобрано решение, которое было разработано и реализовано специалистами компании TMEnergy при выполнении реконструкции плавучей гостиницы «Хостел» с номерным фондом на 200 человек и общей площадью 1200 м^2.

При проведении аудита объекта были выявлены «слабые» места существующей системы отопления и разработано решение по модернизации системы отопления и ГВС с применением теплового насоса типа «воздух–вода» Dimplex LA 40TU. При этом на объекте уже была смонтирована радиаторная система отопления с температурным графиком 80/60 °C, которую заказчик не планировал реконструировать, а в качестве источника тепла использовался котёл на дизельном топливе производительностью 95 кВт. Для приготовления горячей воды для системы ГВС предусмотрены баки косвенного нагрева.

Основываясь на таких исходных данных, задании заказчика и аудите существующих систем отопления и горячего водоснабжения, специалистами компании TMEnergy была разработана оптимальная схема отопления, работающая в бивалентном режиме, при котором тепловой насос обеспечивал покрытие теплопотерь и приготовление воды для системы ГВС большую часть отопительного периода, а в качестве «пикового» догревателя использовался имеющийся котёл на дизельном топливе. Для этого в первичную схему отопления был интегрирован высокоэффективный тепловой насос типа «воздух–вода» с максимальной температурой теплоносителя 58 °C.

На реконструируемом объекте уже была смонтирована радиаторная система отопления с температурным графиком 80/60 °C, и заказчик не планировал её реконструировать. В качестве источника тепла использовался котёл (95 кВт) на дизельном топливе

* По материалам Круглого стола «Геотермальные и воздушные тепловые насосы: текущая ситуация и перспективы использования в России» (организатор — журнал С.О.К.). Полную видеозапись мероприятия см. на интернет-ресурсе www.c-o-k.ru в разделе «Видео/СОК-TV».

В модернизированной системе отопления основным источником тепла является тепловой насос, а дизельный котёл включается при температуре воздуха ниже –2 °С по сигналу погодозависимой автоматики теплового насоса. Здесь следует учесть, что основной нагрузкой на источник тепла является не столько теплопотери здания, а приготовление горячей воды для системы ГВС в межсезонье и летний период. Такое решение оптимально, так как средняя годовая температура воздуха в Санкт-Петербурге выше 0 °С. В данном решении баланс тепловой энергии выглядит так: 52 % суммарной тепловой энергии, потребляемой объектом на отопление и горячую воду, покрывается тепловым насосом, а 48 % остаётся на котле на дизельном топливе. В данные 52 % тепловой энергии входят примерно 14–15 % электроэнергии на работу компрессора, а всё остальное — это энергия из окружающей среды, получаемая при работе теплового насоса.

В табл. 1 представлены данные исходя из опыта эксплуатации плавучей гостиницы «Хостел» с момента запуска отопления в бивалентном режиме в период зимы 2014–2015-х годов. До модернизации системы отопления расход дизельного топлива составлял 50 230 л в год, а после внедрения энергоэффективного решения на базе теплового насоса Dimplex расход дизельного топлива сократился на 53 % и составил 23 829 л в год. С учётом затрат на электричество, которое необходимо для работы теплового насоса, общая экономия составила 40 % от общих затрат на отопление и приготовление горячей воды. Исходя из стоимости применённого решения в 1,675 млн рублей, срок окупаемости составляет примерно 2,5 года.

Здесь следует упомянуть о перспективах внедрения тепловых насосов. Приведённая схема показывает преимущество модернизации дизельных котельных при минимальных затратах, используя высокоэффективные тепловые насосы «воздух–вода» Dimplex. Ориентируясь на среднегодовую температуру воздуха в регионе, рассмотренную схему системы отопления и ГВС можно использовать для любого региона России, например, окупаемость данного решения в Мурманске составит 2,7 лет, в Перми — 2,6, в Анапе — 2,1, в Кемерово — 2,8.

Использованный вариант установки теплового насоса «воздух–вода» является, на взгляд автора, лучшим для модернизации объектов, отапливаемых котлами на дизельном топливе, в любом регионе Российской Федерации — для бюджетных и коммерческих организаций и для частных домовладений. При этом подобным образом можно модернизировать и объекты, которые используют электроэнергию для отопления и приготовления горячей воды, так как стоимость киловатта электроэнергии достаточно высока и постоянно растёт. А использование тепловых насосов в подобных бивалентных схемах может снизить потребление электроэнергии в три-пять раз.

Использованный вариант установки теплового насоса «воздух–вода» является лучшим для модернизации объектов, отапливаемых котлами на дизельном топливе, в любом регионе РФ, для бюджетных и коммерческих организаций и для частных домовладений

Сравнение эксплуатационных расходов табл. 1

Параметр	Котельная на дизельном топливе	Воздушный тепловой насос + котельная на дизельном топливе
Выработка тепловой энергии, кВт·ч/год	451 572	451 572
Расход дизельного топлива, л/год	50 230	23 829
Расход электроэнергии, кВт·ч/год	–	64 985
Расходы на отопление, руб/год	1 773 066	1 069 326
Экономия на отопление и ГВС, руб/год	**–**	**703 740**

Передовая очистка воздуха от LG Electronics

С 2014-го года южнокорейская компания LG Electronics начала поставки комплексов очистки воздуха, увлажнителей и моек воздуха собственного производства. В самой Корее данный вид оборудования производится более 15 лет. Данные устройства уже зарекомендовали себя как надёжное и эффективное оборудование, ведь качество корейской сборки и новаторство LG всегда высоко оцениваются потребителями и профессионалами по всему миру.

LG Steamer

Паровой увлажнитель Steamer отличается простотой исполнения и максимальной эффективностью работы. Из бака вода попадает на нагревательный элемент, где кипятится до 100 °C. Затем пар путём естественного охлаждения по специальной трубке подаётся в помещение при температуре от 45 до 53 °C. Такая температура является абсолютно безопасной для пользователей и особенно для маленьких детей. Специальный фильтр полностью очищает жидкость от загрязнений и извести, что позволяет заливать в бак даже водопроводную воду. Фильтр, разумеется, необходимо периодически менять. Объём бака составляет 3,5 л, что более чем достаточно для работы увлажнителя в течение дня. Главным отличием паровых увлажнителей от ультразвуковых является то, что в паровых системах пар полностью стерилен — бактерии уничтожаются на 99,99 %, как при кипячении. В ультразвуковых системах процесс увлажнения не менее эффективен, но при этом в помещении подаётся холодный пар, который никаким образом не подвергается обработке. Это связано с тем, что в ультразвуковых увлажнителях процесс подачи пара осуществляется за счёт колебания поверхности воды. Соответственно, если используется водопроводная или неподготовленная вода — все бактерии, которые в ней находятся, будут подаваться в помещение.

Как всегда, огромное внимание уделяется дизайну изделия, ведь именно симбиоз дизайна и технологичности всегда отличали LG от остальных. Увлажнитель Steamer является обладателем престижной премии iF Design, reddot и IDEA. Корпус выполнен в форме усечённого конуса и оснащён изящной светодиодной подсветкой.

Производство — Южная Корея, собственный завод LG.

Паровой увлажнитель Steamer снискал многочисленные награды за симбиоз дизайна, технологичности и эффективности

Мойка воздуха Amazon действует по самому эффективному способу очистки воздуха

С 2014-го года южнокорейская компания LG Electronics начала поставки комплексов очистки воздуха, увлажнителей и моек воздуха собственного производства. В самой Корее данный вид оборудования производится более 15 лет

LG Amazon

Мойка воздуха Amazon действует по классическому, но крайне эффективному принципу. Воздух, попадая внутрь мойки, с помощью 46-ти дисков прогоняется через резервуар с водой объёмом 5 л. Диски, вращаясь, смачиваются, после чего вентилятор нагнетает влажный воздух в помещение. Капли воды настолько маленькие, что не захватывают микробы и загрязнители, более того — на отверстии для подачи воздуха установлен фильтр первичной очистки. Помимо этого фильтра, в мойке установлен плазменный ионизатор Plasmaster Ionizer, который используется в кондиционерах LG Artcool Slim, Ionizer и Mega. Эффективность увлажнения от мойки воздуха LG Amazon такая же, как от 46-ти влажных полотенец, развешанных в одной комнате. Мойка воздуха является обладателем премий iF Design, reddot.

Производство — Южная Корея, собственный завод LG.

LG Aqua «3 в 1»

Комплекс очистки воздуха Aqua «3 in 1» является эффективным инструментом по очистке воздуха от загрязнений. Всё, начиная от устранения запахов и заканчивая стерилизацией воздуха в помещении, относится к «обязанностям» данного комплекса.

В Aqua установлен ряд фильтров. Сначала воздух проходит через фильтр первичной очистки, где осаждаются крупные частицы пыли и шерсти, затем попадает на поверхность противоаллергенного покрытия, далее проходит через дезодорирующий фильтр, где воздух очищается от молекул запаха. Следующим этапом очистки становится прохождение воздуха через HEPA-фильтр и, наконец, через водяной фильтр. Таким образом, воздух, который попадает в помещение, становится абсолютно чистым и увлажнённым. Также Aqua оснащён плазменным ионизатором Ionizer.

Производство — Южная Корея, собственный завод LG.

Компоненты мойки воздуха Amazon

Комплекс очистки воздуха Aqua «3 in 1» является эффективным инструментом по очистке воздуха от загрязнений

Кондиционеры Haier с функцией Wi-Fi

Компания Haier разрабатывает и выпускает широкий спектр оборудования. Одним из важных сегментов рынка является выпуск бытовых приборов. Уже на протяжении шести лет подряд корпорация Haier возглавляет глобальный рейтинг производителей крупной бытовой техники (по данным Euromonitor на 31.12.2014).

В 2015-м году на российском рынке систем кондиционирования воздуха будут представлены новые кондиционеры серии Lightera, в которых инженерами компании Haier заложены самые передовые технологии в области энергосбережения, очистки, воздуха, а также подавления шумов. Важным новшеством стало то, что к ним можно подключиться и управлять с помощью смартфонов или планшетных компьютеров.

Более 20 дополнительных функций нового кондиционера серии Lightera позволяют сделать атмосферу в доме ещё более комфортной.

В кондиционерах серии Lightera предусмотрены следующие функции:

- Wi-Fi-управление;
- сверхтихая работа — уровень шума не более 20–21 дБ(А);
- мощная ультрафиолетовая лампа;
- модуль Nano-Aqua очистки и ионизации увлажнённого воздуха;
- DC-инверторный компрессор A-Pam;
- технология Super Match;
- сверхдлинный воздушный поток (до 20 м);
- фотокаталитический и антибактериальный фильтры;
- 3D Airflow — объёмный поток воздуха;
- режим «Интеллектуальный воздушный поток»;
- функция самоочистки теплообменника и др.

Кондиционер серии Lightera в «серебряном» исполнении

Кондиционер серии Lightera в «золотом» исполнении

Удалённое управление

Функция управления с помощью Wi-Fi позволяет пользователю, находясь на значительном удалении от места установки кондиционера, включать и выключать кондиционер, менять температуру, изменять угол наклона воздушных жалюзи, а также осуществлять другие функции. Загрузив программу Wi-Fi Smart, можно «общаться» с кондиционером и задавать нужный режим его работы. И к моменту вашего приезда домой или в офис параметры воздушной среды в кондиционируемых помещениях будут соответствовать требуемым условиям.

Программа Wi-Fi Smart имеет множество других полезных функций. Четыре различные программы комфортного сна для мужчин, женщин, детей и пожилых людей позволят выбрать наиболее оптимальный режим кондиционирования. Для «ночного» режима существует возможность запрограммировать индивидуальный график управления при нестандартных условиях, например, при повышенной влажности.

Используя технологию Wi-Fi Smart, можно также задать чёткую программу, в соответствие с которой кондиционер будет работать в течение дневного или недельного периода эксплуатации.

Функция управления Wi-Fi также может быть полезна и для удалённой диагностики кондиционера, так как позволяет передавать сигналы и коды аварийных ситуаций. Аппаратная часть, осуществляющая данную функцию, включает Wi-Fi-модуль, встроенный во внутренний блок и подключённый к плате управления. Также необходим Wi-Fi-роутер, подключённый к Интернету.

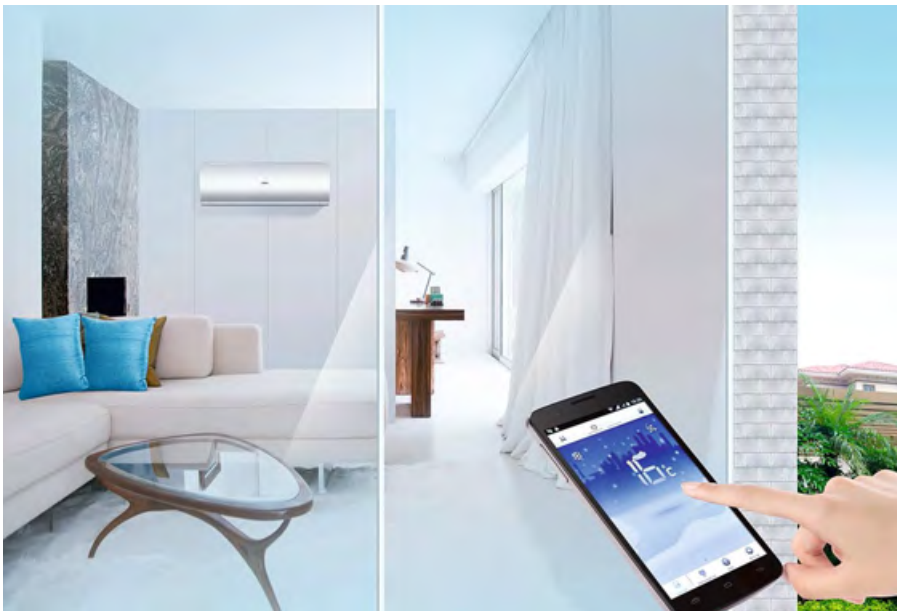
Программа управления Wi-Fi доступна в двух вариантах исполнений: первая версия спроектирована для операционной системы Android, а вторая версия работает под iOS. Программу можно скачать в Google Store или Apple Store.

Использование новой технологии Wi-Fi Smart позволяет ещё больше повысить удобство управления системами кондиционирования Haier.

С помощью программы Wi-Fi Smart можно «общаться» с кондиционером и задавать нужный режим его работы. К моменту вашего приезда домой или в офис параметры воздушной среды в кондиционируемых помещениях будут соответствовать требуемым условиям

Дизайн

Важная особенность кондиционеров серии Lightera — яркий и привлекательный внешний вид. Пользователь может подобрать индивидуальный цвет, наиболее соответствующий дизайну интерьера помещения. Кондиционеры предлагаются в следующих цветовых исполнениях: традиционном — белый корпус и белая декоративная панель цвета White, золотом с серым корпусом и декоративной панелью цвета Gold, а также в серебряном с серым корпусом и декоративной панелью цвета Silver. Декоративные панели кондиционеров серии Lightera выполнены из высококачественного пластика. Их структурированная фактура наружной поверхности создаёт впечатление благородного и изящного изделия.



Улучшение климата и энергосбережение при небольших инвестициях

Создание микроклимата помещения с возможностью экономии на затратах положительно сказывается не только на нашем здоровье, но и на кошельке. Определяющее влияние на микроклимат оказывают температура и относительная влажность воздуха, а также концентрация углекислого газа. Современные инженерные решения Oventrop позволяют обеспечить комфорт с минимальными затратами.

«Самая дешёвая энергия та, которую вы не используете»
Артур РОЗЕНФЕЛЬД, физик (США)

Автор: Д.О. ГРИЩАК

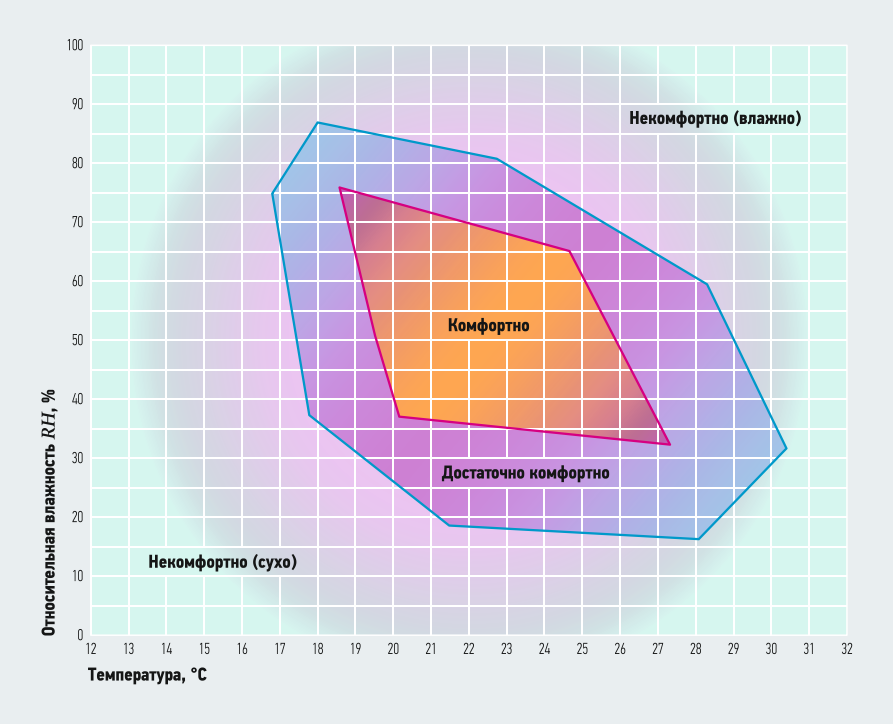
Ранее существовавшие решения задавали комфорт в помещении только путём регулирования температуры воздуха. Теперь появилась возможность дополнительно контролировать относительную влажность RH и концентрацию углекислого газа (CO_2), определяемую по величине ppm (parts per million). Это позволяет организовывать проветривание помещения не по субъективным ощущениям, а по достижению рекомендуемых значений RH и CO_2 (табл. 1).

Формирование микроклимата внутри современных зданий может быть реализовано двумя основными способами. Первый вариант связан с использованием системы центральной вентиляции и кондиционирования воздуха, когда воздух готовится приточной установкой с заданными параметрами температуры, влажности и кратности воздухообмена.

Такое дорогостоящее решение актуально для общественных зданий, но крайне редко используется в многоквартирных жилых домах и частном домостроении, для которых по-прежнему применяется вариант с устройством вытяжной вентиляции в санузлах и на кухне. Как правило, этого недостаточно, и практика показывает, что для обеспечения рекомендуемых параметров воздуха в помещении необходимо порядка 20 минут на проветривание.

Формирование микроклимата внутри современных зданий может быть реализовано двумя способами. Первый способ связан с использованием системы центральной вентиляции и кондиционирования воздуха. Oventrop предлагает удобное решение — электронный индикатор климата i-Tronic либо полноценный комнатный контроллер R-Tronic в комбинации с электроприводами, работающими от элементов питания

Как же обеспечить микроклимат в помещении, не повышая расходы на отопление за счёт периодического выхолаживания помещения при открытии окон? Oventrop предлагает удобное решение — электронный индикатор климата i-Tronic либо полноценный комнатный контроллер R-Tronic в комбинации с приводами, работающими от элементов питания.



Микроклимат помещения внутри современных зданий

Влияние концентрации углекислого газа в помещении на человека — табл. 1

2500 ppm	Неблагоприятные воздействия на здоровье
1000 ppm	Общее недомогание
700 ppm	Жалобы на спёртый воздух
450 ppm	Приемлемый уровень
350 ppm	Здоровый, нормальный свежий воздух

Индикатор климата i-Tronic TFC в интерьере

Комнатный контроллер R-Tronic RTFC K в интерьере

Прибор-индикатор климата i-Tronic

i-Tronic TFC служит для измерения и контроля важнейших климатических параметров:

- температура помещения, °C;
- относительная влажность RH, %;
- содержание CO_2, ppm.

Прибор-индикатор измеряет и отображает актуальные параметры. Наглядно показывает улучшение качества воздуха в процессе проветривания, благодаря чему пользователь может проводить проветривание ровно столько, сколько необходимо, сберегая тем самым энергию.

Таким образом, установка индикатора i-Tronic TFC является энергосберегающим и малозатратным способом для создания здорового климата в помещении.

Комнатный контроллер R-Tronic

Контроллер R-Tronic может управлять по радиоканалу приводами Aktor MH / MD CON B (MH — с резьбовым соединением M30×1,5; MD — с клеммным соединением). Для этого необходимо лишь установить привод на регулирующий вентиль отопительного прибора (вместо обычной термостатической головки) и «связать» его по радиоканалу с R-Tronic, не заботясь при этом о дополнительной прокладке электрических проводов для связи привода и термостата.

Контроллер имеет три стандартные программы для управления температурой помещения:

- поддержание комфортной температуры (по умолчанию 20 °C);
- поддержание температуры, заданной пользователем;
- снижение температуры до 17 °C ночью (в период с 22:00 до 6:00) и повышение до 20 °C днём.

Привод Aktor MH CON B на радиаторе

Дополнительно есть возможность легко настроить работу контроллера по индивидуальным временным программам. Для каждого дня недели можно запрограммировать до трёх фаз отопления и трёх фаз понижения с индивидуально заданной температурой.

R-Tronic позволяет настроить специальные функции для режимов отопления, такие как:

- «турбо-режим» — быстрый разогрев радиатора;
- режим «отпуск» — понижение температуры в помещении при длительном отсутствии;
- Party Mode или «гостевой режим», при котором контроллер будет поддерживать заданную температуру в течение установленного отрезка времени (до 24 ч);
- защита от детей / блокировка доступа;
- функция защиты клапана от залипания;
- режим защиты от замерзания.

В зависимости от потребностей клиента компания Oventrop предлагает три варианта исполнения контроллеров R-Tronic (табл. 2). Наиболее доступная модель R-Tronic RT B имеет возможность регулирования температуры воздуха путём управления приводами. Максимальное количество приводов, управляемых одним контроллером, — три штуки.

Дополнительно к возможностям базовой модели имеются функции индикации относительной влажности (R-Tronic RTF B) и концентрации CO_2 (R-Tronic RTFC K).

У всех моделей по умолчанию настенное крепление. Настольная подставка идёт как опция.

Варианты исполнения i-Tronic / R-Tronic

табл. 2

Модель	Индикация			Управление серво-приводом	Источник питания контроллера [батарейки (2 AA) / сеть (100–240 В)]
	Температура	Влажность	Концентр. CO_2		
i-Tronic	+	+	+		Сеть
R-Tronic RT B	+			+	Батарейки / сеть*
R-Tronic RTF B	+	+		+	Батарейки / сеть*
R-Tronic RTFC K	+	+	+	+	Сеть

* Дополнительная опция.

К вопросу внедрения программных комплексов систем энергоменеджмента для крупных компаний

Внедрение программных комплексов систем энергоменеджмента и управления энергосбережением (ПК СЭнМ), особенно для крупных компаний, — это сложная, актуальная задача. Не является секретом факт индивидуальности подобных систем, необходимости их детализации под существующие, исторически сложившиеся организационные процессы типы выпускаемой продукции и оказываемых услуг. Настоящая статья посвящена попытке систематизации составляющих автоматизированных подсистем, позволяющих сформировать и поддерживать устойчивую систему энергоменеджмента.

Автор: С.В. ГУЖОВ, к.т.н., MBA, заместитель начальника отдела энергоменеджмента НИУ «МЭИ»

Согласно ГОСТ Р ИСО 50001–2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению» (Energy management systems. Requi-rement with guidance for use) [1] пункта 3.9 «Система энергетического менеджмента — это совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих элементов, используемая для установления энергетической политики и энергетических целей, а также процессов и процедур для достижения этих целей».

Таким образом, ПК СЭнМ должен на всех существующих уровнях системы управления обеспечивать связи между принятой и периодически обновляемой энергетической политикой организации и процедурами для достижения поставленных целей. Работы по созданию аналогичных систем уже описывались в печати [2], но массового программного продукта, доступного каждому желающему на рынке пока нет.

Схема процесса модернизации инженерной инфраструктуры объектов с целью повышения их энергетической эффективности, описанная в [3], при более подробном рассмотрении имеет все уровни требований, которые предъявляются [1] к СЭнМ:

1. Ответственность руководства:
1.1. Высшее руководство;
1.2. Представитель руководства.
2. Энергетическая политика.
3. Энергетическое планирование:
3.1. Законодательные и другие требования;
3.2. Энергетический анализ;
3.3. Энергетический базис;
3.4. Показатели энергетической результативности;
3.5. Энергетические цели и задачи и планы мероприятий по энергетическому менеджменту.
4. Внедрение и функционирование:
4.1. Компетентность, подготовка и осведомлённость;
4.2. Обмен информацией;
4.3. Документация;
4.4. Управление операциями;
4.5. Проектирование;
4.6. Обеспечение снабжения энергетическими услугами, продукцией, оборудованием и энергией.
5. Проверка:
5.1. Мониторинг, измерение и анализ;
5.2. Оценка соответствия законодательным и другим требованиям;
5.3. Внутренний аудит системы энергетического менеджмента;
5.4. Несоответствия, коррекции, корректирующие и предупреждающие действия;
5.5. Управление записями.
6. Анализ со стороны руководства:
6.1. Входные данные для анализа со стороны руководства;
6.2. Выходные данные анализа со стороны руководства.

Вместе с тем, задание на ПК СЭнМ может иметь, например, следующий вид:

а) обеспечение достоверности и унификации собираемых данных, в том числе по экономии ТЭР:

а1 целевые показатели энергосбережения и повышения энергетической эффективности, которые достигаются в результате реализации энергетической политики;

а2 информацию о реализуемых в дочерних организациях мероприятиях (проектах), направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности, в том числе:

- объёмы освоения по мероприятиям;
- объём экономии энергоресурсов, получаемых от реализации мероприятий;
- описание технического содержания мероприятий.

б) сопоставление и анализ затрат и энергосберегающего эффекта, расчёт рентабельности, ранжирование энергосберегающих мероприятий, в том числе в сопоставимых условиях;

в) автоматизация контроля за проведением энергосберегающих мероприятий и учётом эффектов от них, в том числе при бизнес-планировании;

г) автоматизация анализа результативности выполнения энергетической политики, в том числе для различных сценарных условий;

д) создание необходимых и достаточных условий для привлечения дополнительных инвестиций в дочерних организациях, в том числе через реализацию энергосервисных контрактов или получение субсидий;

е) автоматизация расчёта мероприятий на основе шаблонных финансовых и технических алгоритмов;

ж) ведение единой базы данных по энергосберегающим мероприятиям;

з) предоставление онлайн-данных для руководства в виде графиков, диаграмм и аналитических записок, доступных для работы на различных типах персональных компьютеров (настольных компьютеров, ноутбуков, планшетных компьютеров, смартфонов и др.).

Исходя из приведённой структуры ГОСТ ИСО 50001 и выдержке из технического задания (ТЗ) на ПК СЭнМ, в структуре и логике составления очевидны существенные различия. Даже в случае точного выполнения требований созданный по приведённому техническому заданию ПК СЭнМ не будет соответствовать структуре [1]. Это создаст сложности при подтверждении соответствии СЭнМ предприятия при периодической плановой проверке сторонними аудиторами.

В целях унификации структурных составляющих ПК СЭнМ и согласно ISO 50001:2011 «Системы энергоменеджмента» в ПК СЭнМ предлагается включать следующие функциональные подсистемы:

1. **Подсистема «Энергополитика».**
2. **Подсистема «Энергопланирование».**
3. **Подсистема «Энергоанализ».**
4. **Подсистема «Энергетическая базовая линия».**
5. **Подсистема «Индикаторы энергоэффективности».**
6. **Подсистема «Бюджетирование».**
7. **Подсистема «Планы действий в области энергоменеджмента».**
8. **Подсистема «База мероприятий».**
9. **Подсистема «Ведение программ энергосбережения».**
10. **Подсистема «Ведение проектов».**
11. **Подсистема «Мониторинг потребления ТЭР».**
12. **Подсистема «Сбор отчётности».**
13. **Подсистема «Аудит энергоэффективности».**
14. **Подсистема «Компетентность».**
15. **Подсистема «Мониторинг и анализ».**
16. **Подсистема «Анализ со стороны руководства».**
17. **Подсистема «НСИ».**
18. **Подсистема «Администрирование системы».**
19. **Подсистема «Интеграция со сторонними программными комплексами».**

Даже в случае точного выполнения требований созданный по приведённому техническому заданию ПК СЭнМ не будет соответствовать структуре, которую требуется получить

Описание подсистем

1. Подсистема «Энергополитика».

ПК СЭнМ, ориентируясь на цель и задачи, принятые для достижения поставленной цели, должна соответствовать принятой энергополитике, улучшать уровень энергоэффективности, снижать энергоёмкость оказываемых услуг, снижать затраты на управление энергопотоками. ПК СЭнМ должна:

- соответствовать характеру и масштабам организации, а также характеру использования и количеству потребляемой энергии;
- включать возможность периодического составления отчётности согласно принятым формам и непрерывного улучшения уровня энергоэффективности;
- обеспечивать доступность информации и всех необходимых ресурсов для мониторинга руководством уровня достижении поставленных целей и задач;
- соблюдать общероссийские и внутрикорпоративные требования законодательства и нормативов;
- быть гибкой, предоставлять возможность изменения количества и целевые значения индикаторов в соответствии с изменяющимися задачами, поставленными энергоменеджерами организации;
- обеспечивать для каждого сотрудника, занятого в структуре энергетического менеджмента автоматизированного рабочего места (АРМ), предоставляющее полную и необходимую информацию для целеполагания, выполнения и мониторинга поставленных сотруднику задач.

2. Подсистема «Энергопланирование».

ПК СЭнМ, опираясь на документированный в организации процесс энергопланирования, для каждого сотрудника,

занятого в системе энергоменеджмента, должна поддерживать процесс непрерывного улучшение уровня энергоэффективности и снижения энергоёмкости указываемых услуг. ПК СЭнМ должна включать анализ деятельности организации, её структурных подразделений и иных подведомственных организационных форм, а также сотрудников (энергоменеджеров) в каждой из них, способных влиять на уровень энергоэффективности.

3. Подсистема «Энергоанализ».
ПК СЭнМ должна поддерживать актуальным энергоанализ, обеспечивая ведение соответствующих записей. Методология и критерии, используемые в разработке энергоанализа, должны быть документированы. При разработке энергоанализа ПК СЭнМ должна:

- на основе измерений и других данных проводить анализ характера использования и количества всех типов потребляемых энергоресурсов, в том числе их источников, устройств транспортировки;
- оценить в прошедший и настоящий период характер использования и количество потребляемых энергоресурсов;
- на основе анализа характера использования и количества потребляемых энергоресурсов определить области значимого использования энергоресурсов;
- определить установки, оборудование, системы, процессы и персонал, работающий для организации (или от её имени), существенным образом влияющие на характер использования и количество потребляемых энергоресурсов;
- учитывать иные, определённые энергополитикой организации, значимые переменные факторы, влияющие на значимое использование потребляемых энергоресурсов;
- учитывать текущие эксплуатационные характеристики установок, оборудования, систем и процессов с выявленным значимым использованием потребляемых энергоресурсов;
- оценивать в перспективе характер использования и количество потребляемых энергоресурсов;
- идентифицировать и ранжировать возможности для улучшения уровня энергоэффективности, обеспечив ведение соответствующих записей.

ПК СЭнМ должна не допускать включение в программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности неэффективных проектов через их ранжирование по степени эффективности.

ПК СЭнМ должна позволять пересматривать энергоанализ в соответствии с изменяющейся энергополитикой компании.

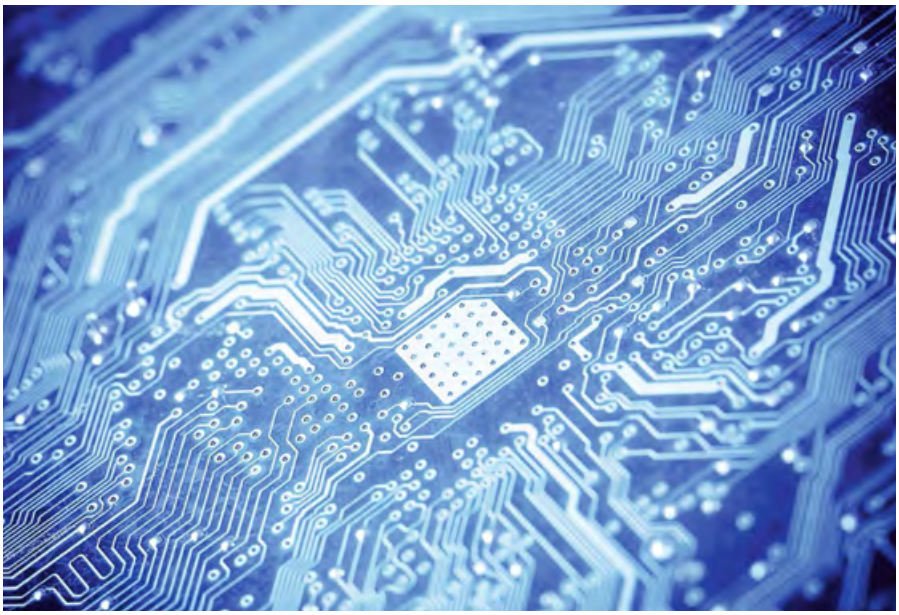
4. Подсистема «Энергетическая базовая линия». На основе информации первичного энергоанализа, содержащего данные за период времени, наиболее подходящий для оценки характера использования и количества потребляемой энергии, ПК СЭнМ должна позволять рассчитывать энергетические базовые линии. Изменения в уровне энергоэффективности оцениваются по сравнению с базовыми линиями. ПК СЭнМ должна позволять осуществлять корректировки базовых линий в случаях, если:

- индикаторы энергоэффективности не соответствует характеру использования и количеству потребляемой энергии в организации;
- имели место существенные изменения в процессе, операционных процедурах или энергосистеме;
- в соответствии с требованиями метода установления базовой линии, определёнными национальными исследовательскими энергетическими университетами.

ПК СЭнМ должна поддерживать базовую линию в актуальном состоянии, обеспечивая ведение соответствующих записей.

5. Подсистема «Индикаторы энергоэффективности».
ПК СЭнМ должна идентифицировать надлежащие индикаторы энергоэффективности для мониторинга и измерения уровня энергоэффективности. Методология определения и пересмотра индикаторов должна регулярно анализироваться с ведением соответствующих записей.

Индикаторы должны анализироваться и сравниваться с энергетической базовой линией.



6. Подсистема «Бюджетирование».
ПК СЭнМ должна позволять осуществлять заполнение форм для отделов бюджетирования и их предоставления на согласование эксперту по формированию бюджетов.

7. Подсистема «Планы действий в области энергоменеджмента».
ПК СЭнМ должна позволять осуществлять планирование, внесение, мониторинг, актуализацию энергоцели и задач, относящихся к определённым функциям, уровням, процессам или подразделениям. Для достижения целей и задач должны быть установлены временные сроки.

Цели и задачи должны соответствовать Энергополитике. Задачи должны соответствовать целям и иметь временные рамки, отражённые в Планах действий. Планы действий должны включать:

- обозначение ответственности;
- средства и сроки выполнения задач;
- формулировка метода, посредством которого должно быть верифицировано (оценено) улучшение уровня энергоэффективности;
- формулировка метода верификации (оценки) полученных результатов.

Планы действий должны быть документированы и обновлены в заданные интервалы.

8. Подсистема «База мероприятий».
ПК СЭнМ должна позволять использовать типовые мероприятия из перечня типовых энергосберегающих мероприятий для планирования возможных улучшений в подразделениях организации, а также для предварительного расчёта потенциала энергосбережения и оценки экономической эффективности. Подсистема также должна предоставлять возможности внесения новых и корректировки существующих типовых мероприятий.

9. Подсистема «Ведения программ энергосбережения» предназначена для внесения актуальной периодической информации по реализации каждой из «Программ энергосбережения» для филиалов и иных структурных подразделений, и существующей в планах формирования и корректировки программ энергосбережения.

10. Подсистема «Ведение проектов» предназначена для внесения актуальной периодической информации по реализации каждой из проектов, повышающих энергетическую эффективность для филиалов и иных структурных подразделений, и существующего в планах формирования и корректировки программ энергосбережения.

11. Подсистема «Мониторинга потребления ТЭР» — учёт мероприятий, оказывающих влияние на потребление ТЭР.

12. Подсистема «Сбор отчётности» — автоматизированный сбор отчётности по программам энергосбережения.

13. Подсистема «Аудит энергоэффективности» — единая база результатов проведения внутренних и внешних аудитов энергоэффективности.

ПК СЭнМ должна в доступной и интуитивно понятной форме демонстрировать бизнес-процессы энергосбережения, в том числе планирование, согласование и мониторинг реализации профильными подразделениями программ энергосбережения

14. Подсистема «Компетентность».
ПК СЭнМ должна обеспечить мониторинг квалифицированности каждого энергоменеджера путём накопления информации о его уровне владения профильными знаниями, а также пройденных курсах повышения квалификации и сроках периодического подтверждения знаний.

15. Подсистема «Мониторинг и анализ».
Включает бизнес-ориентированные витрины данных и отчётности. Ключевые характеристики ПК СЭнМ должны включать, как минимум:

а) значимое использование энергии и другие выходные данные (результаты) энергоанализа;
б) уместные переменные факторы, касающиеся использования энергии;
в) индикаторы энергоэффективности;
г) результативность Планов действий по достижению целей и задач;
д) оценка фактического количества потребляемой энергии в сравнении с ожидаемым.

Результаты мониторинга и измерений ключевых характеристик должны документироваться в форме записей.

Организация должна исследовать причины и реагировать на существенные отклонения в уровне энергоэффективности. Действия организации должны отражаться в ПК СЭнМ.

ПК СЭнМ должна в доступной и интуитивно понятной форме демонстрировать бизнес-процессы энергосбережения, в том числе планирование, согласование и мониторинг реализации профильными подразделениями программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности, отчётов по программам энергосбережения и повышения энергетической эффективности, материалов для РЭК, сведений по бизнес-плану и инвестиционным программам, сведениям по Годовой комплексной программе закупок и др.

ПК СЭнМ должна корректно оценивать экономию ТЭР получаемую в результате реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности и использовать её при бизнес-планировании.

16. Подсистема «Анализ со стороны руководства». В заданные интервалы ПК СЭнМ должна генерировать и автоматически передавать высшему руководству отчёты в форме записей с результатами деятельности, осуществлённой за отчётный период деятельности организации.

В заданные интервалы ПК СЭнМ должна формировать государственную и региональную отчётность в области энергосбережения, в том числе автоматизировать взаимодействие с ГИС «Энергоэффективность» (Минэнерго России).

Формат отчёта определяется международными, общероссийскими и внутренними стандартами организациями.

17. Подсистема «НСИ» — единая подсистема ведения нормативно-справочной информации.

18. Подсистема «Администрирование системы».

19. Подсистема «Интеграция со сторонними программными комплексами».

Результатами предлагаемой структуризации и типизации ПК СЭнМ ожидаются оптимизация бизнес-процессов, в том числе по энергосбережению; корректная оценка экономии ТЭР в результате реализации энергетической политики; недопущение включения в план развития организации неэффективных проектов и пр.

Результатами предлагаемой структуризации и типизации ПК СЭнМ ожидаются:

- оптимизация бизнес-процессов, в том числе по энергосбережению: планирование, согласование и мониторинг реализации профильными подразделениями организации, отчётов по энергосбережению, материалов для РЭК, сведений по бизнес-плану и инвестиционным программам и др.;
- корректная оценка экономии ТЭР, получаемой в результате реализации энергетической политики и использовать её при бизнес-планировании;
- недопущение включения в план развития организации неэффективных проектов через их ранжирование по степени эффективности;
- своевременно и в срок формировать государственную и региональную отчётность в области энергосбережения, в том числе автоматизировать взаимодействие с ГИС «Энергоэффективность» (Минэнерго России);
- создать среду, привлекательную для вложения инвестиций;
- использовать единую информационную базу данных по энергоэффективности (мероприятий, сведений об объектах и оборудовании, справочных данных и др.);
- получать онлайн-данные по процессам энергосбережения;
- принимать управленческие решения на основе достоверных данных.

В части выполнения требований стандарта ГОСТ ИСО 50001, использование типизированных разделов программного комплекса по автоматизированному ведению системы энергетического менеджмента позволит соблюдать положения пункта 4.1 [1]:

- разработать, документировать, внедрить, поддерживать в рабочем состоянии систему энергетического менеджмента и постоянно улучшать её результативность;
- определить и документировать область применения и границы своей системы энергетического менеджмента;
- определить механизм выполнения требований [1], чтобы добиваться постоянного улучшения энергетической результативности и системы энергетического менеджмента организации.

1. ГОСТ Р ИСО 50001–2012. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. (Energy management systems. Requirement with guidance for use).
2. Драгунов В.К., Бобряков А.В., Кролин А.А., Гужов С.В., Покровская М.А., Корнеев А.В., Мойкин А.В. Мониторинг энергопотребления и внедрения энергосберегающих мероприятий в ВУЗе с использованием информационной системы // Научно-методические проблемы и новые технологии образования, №6(60)/2014.
3. Кролин А.А., Гужов С.В. МЭИ — современная площадка для продвижения энергосберегающих технологий // Региональная энергетика и энергосбережение, 2015.

Методы повышения эффективности централизованных систем теплоснабжения

Объём использования энергетических ресурсов в нашей стране в несколько раз выше, чем во многих развитых странах. Это при том, что задачи за рубежом решаются аналогичные. Ситуация эта неприемлемая, и оставлять всё «как есть» — значит, сознательно вести Россию в стан государств третьего мира.

Автор: И.В. КУЗНИК

Понимание проблемы, вынесенной во вступление к данной статье, нарастает в сознании специалистов, простых граждан и государственных менеджеров. Но лишь понимание задачи эффективного использования энергии не является достаточным основанием для появления положительной динамики в её решении. Нужно чёткое представление — что делать, как делать и, что ещё важнее, для чего делать. Рассматривая задачу повышения эффективности централизованных систем теплоснабжения, в первую очередь, необходимо ответить на главный вопрос: *«Что такое эффективность, как и чем её следует измерять?»*

В 2011-м году группой учёных была выполнена работа, целью которой являлось определение стоимости владения (инвестиции и содержание) системы централизованного теплоснабжения города от газовой теплоэлектростанции с населением 100 тыс. человек для трёх различных технологических сценариев, результаты расчётов приведены в табл. 1.

Выполненная работа наглядно показывает, что система, построенная по сценарию 1, требует самых больших инвестиций и затрат на содержание. Более всего участников рабочей группы поразил вывод (открытие), что инвестиции, необходимые для строительства системы по сценарию 3, на 10 % меньше, чем по сценарию 1. Под сценарием 1 скрывалась система, аналогичная Москве в приведённых условиях, под сценарием 2 — Рига, под сценарием 3 — Копенгаген.

Ещё один наглядный пример — в Москве температурный график на вводе в дом (в котором я живу) составляет примерно 90/70 °С, и тепловая энергия, потреблённая за расчётный период:

$$Q = m(20\Delta t), \quad (1)$$

где m — масса теплоносителя; Δt — разность температур.

А в городе Копенгаген температурный график (режим) составляет приблизительно 120/40 °С, следовательно, то же самое количество тепловой энергии Q составит величину:

$$Q = 0{,}25m(80\Delta t). \quad (2)$$

Из формулы (2) наглядно видно, что для транспортирования одинакового количества тепловой энергии в Копенгагене используется в четыре раза меньше теплоносителя по сравнению с Москвой.

Продолжаем далее. Теплоноситель сам по трубопроводам не течёт, его двигают насосы, которые потребляют электрическую энергию. Формула потребления электрической энергии насосами:

$$N = \eta m^3, \quad (3)$$

где η — гидравлическое сопротивление системы.

Из формулы (3) при условии равенства сопротивлений следует, что в Москве для переноса того же количества тепловой энергии используется в 64 раза больше электрической энергии, чем в датской столице.

Стоимость владения (инвестиции и содержание) — **табл. 1**

№	Параметр	Значение		
		Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
1	Температурный график (режим), наличие ЦТП/ИТП, тип регулирования	150/70, ЦТП, качеств.	150/70, ИТП, колич/кач.	150/40, ИТП, колич/кач.
2	Затраты (инвестиции) на строительство системы, тыс. руб.	7 759 600	7 265 225	7 041 587
3	Затраты на содержание системы за 20 лет, тыс. руб.	8 023 000	6 482 080	6 482 080
4	Затраты на топливо (газ) за 20 лет, тыс. руб.	9 843 000	9 673 200	9 576 900
5	Доход от реализации электроэнергии за 20 лет, тыс. руб.	6 812 980	7 960 368	7 932 192
6	Доход от реализации тепловой энергии за 20 лет, тыс. руб.	17 980 677	17 980 677	17 980 677
7	Эффект (превышение доходов над расходами), тыс. руб.	–831 943	2 520 540	2 812 302
	Эффективность инвестиций	**–11 %**	**34 %**	**40 %**

Так как сопротивление системы мы приняли одинаковым, то, учитывая, что в Копенгагене в четыре раза меньший расход теплоносителя, трубопроводы получаются в два раза меньшего диаметра:

$$D = \sqrt{m}, \quad (4)$$

где D — диаметр трубопровода.

Во-первых, трубы меньшего диаметра дешевле, соответственно, дешевле задвижки, фильтры, теплосчётчики и прочее оборудование, что наглядно показано в табл. 1. Во-вторых, это приводит к снижению потерь тепловой энергии опять же в два раза:

$$q = SK\Delta t, \quad (5)$$

где q — потери тепловой энергии; S — площадь трубопровода, которая пропорциональна диаметру; K — коэффициент теплопередачи; Δt — разность температур теплоносителя и воздуха.

Универсальным мерилом эффективности у экономистов является рубль (денежный эквивалент), но, когда мы оцениваем эффективность монополиста, цена на товар которого назначается не по рыночным законам, использовать рубль как мерило эффективности некорректно. Нужны иные показатели эффективности, не зависящие от назначенной цены на товар. В централизованном теплоснабжении такими показателями эффективности (назовём их далее «натуральными») являются:

- количество энергии, перенесённое одной тонной теплоносителя (показатель эффективности переноса тепловой энергии теплоносителем), Гкал/т;
- скорость движения теплоносителя в трубопроводе (показатель эффективности загрузки трубопровода), м/с;
- приведённые потери тепловой энергии при транспортировании (показатель эффективности теплоизоляции трубопроводов), Вт/(м²·°С).

Достаточно знать три этих натуральных показателя энергоэффективности, чтобы сравнить конкретную систему теплоснабжения с системами других городов, а также во временном горизонте, и на основе этого сравнения делать вывод о направлении вектора изменений системы в разрезе энергоэффективности.

Универсальным мерилом эффективности у экономистов является рубль (денежный эквивалент), но, когда мы оцениваем эффективность монополиста, цена на товар которого назначается не по рыночным законам, использовать рубль как мерило эффективности, как минимум, некорректно. Нужны иные показатели эффективности, не зависящие от назначенной цены на товар

Обращаю внимание, что для получения первого показателя достаточно иметь данные с теплосчётчика, установленного на выходе источника за рассматриваемый период.

Как вычислять другие показатели, подробнее изложено в электронной книге автора «Централизованное теплоснабжение. Проектируем эффективность».

Какие следует сделать выводы из вышесказанного? Технология транспортирования тепловой энергии имеет свои особенности — так, при более сильном охлаждении теплоносителя в обратном трубопроводе (увеличении разности температур) уменьшаются транспортные потери, и снижается потребление электрической энергии на работу циркуляционных насосов. Отсюда можно сформулировать следующие постулаты:

1. Первый закон энергоэффективности централизованного теплоснабжения — чем больше разность температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах, тем выше энергоэффективность централизованной системы теплоснабжения.

2. Проблема не в использовании такого инструмента, как увеличение разности температур, повышения эффективности кроется в том, что сильнее охладить теплоноситель может потребитель, а экономический эффект получает поставщик. Для понимания этого рассмотрим ещё один наглядный пример в табл. 2 (температура на улице составляет –20 °С).

3. Потребитель может снизить температуру в обратном трубопроводе (с 70 °С до 50 °С) путём увеличения поверхности (площади) отопительных приборов, но возникший эффект в виде снижения тепловых потерь (10 %) и экономии электроэнергии на работу сетевых насосов (от 50 до 87,5 %) полностью достанется поставщику тепловой энергии.

Кроме натуральных показателей энергоэффективности систем теплоснабжения, интересны следующие экономические показатели поставщика тепловой энергии:

- цена гигакалории / цена гигакалории средневзвешенная по стране;
- стоимость первичного источника энергии (газ/уголь) / валовая выручка;
- фонд оплаты труда (ФОТ) / валовая выручка;
- средняя зарплата / средняя зарплата в регионе;
- ремонты / валовая выручка;
- инвестиции / валовая выручка;
- прибыль / валовая выручка;
- налоги / валовая выручка.

Эти показатели важны для анализа обоснованности затрат при формировании (или утверждении) цены на тепловую энергию.

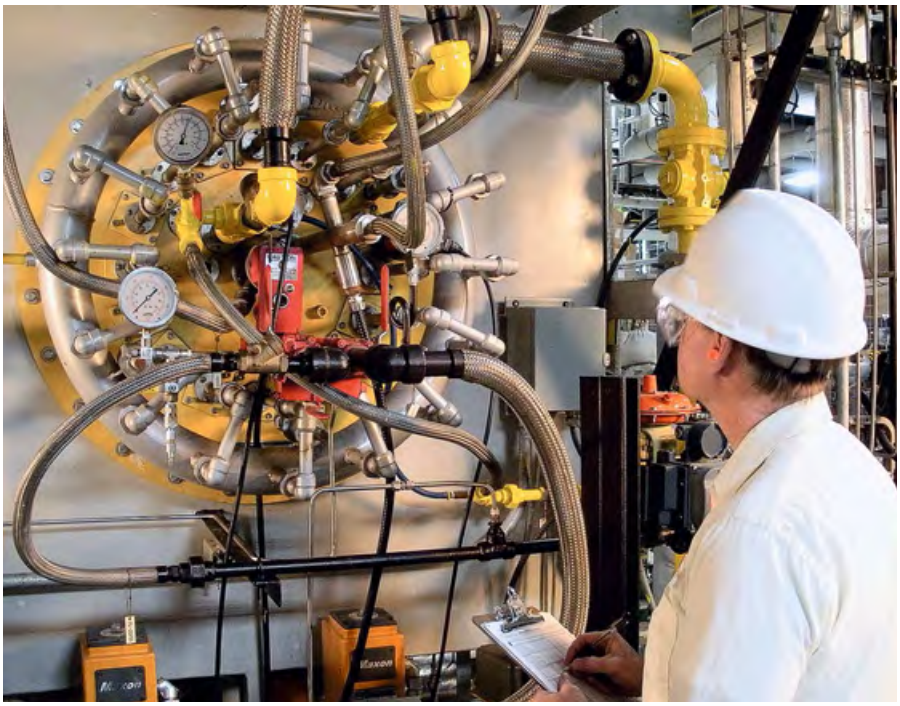
Вернёмся к задаче получения максимальной разности температур теплоносителя в соответствии с предложенным законом энергоэффективности.

Каким же образом простимулировать потребителя к максимальному охлаждению температуры теплоносителя в обратном трубопроводе?

Существует эффективный механизм, используемый за рубежом, в виде четырёхступенчатых тарифов, позволяющий сформировать консенсус интересов сторон и стимулирующий эффективное потребление ресурсов:

1. **1-я ступень.** 30 % бюджета поставщика формируется за счёт фиксированной оплаты (плата абонентская или за мощность) [руб/м^2] площади отапливаемого помещения. Эта часть оплаты позволяет учесть интересы поставщиков тепловой энергии и существенно снизить их сопротивляемость желаниям потребителя экономить ресурс.
2. **2-я ступень.** 40 % бюджета поставщика формируется за счёт переменной оплаты [руб/Гкал] на основе показаний теплосчётчиков. Эта часть оплаты позволяет учесть интересы потребителей, желающих экономить тепловую энергию.
3. **3-я ступень.** 30 % бюджета поставщика формируется за счёт переменной оплаты [руб/м^3] расхода теплоносителя. Эта, пожалуй, самая важная ступень тарифа позволит учесть интересы потребителей желающим экономить (простимулирует желание потребителей модернизировать существующее у них инженерное оборудование) за счёт снижения расхода теплоносителя (путём большего охлаждения теплоносителя) и совместит с интересами поставщиков, у которых снизятся транспортные потери тепловой энергии и уменьшится потребление электроэнергии сетевыми насосами, соответственно. Снижение расходов теплоносителя позволит снизить перепад давлений в сетях и, как следствие, приведёт к увеличению срока эксплуатации трубопроводов и к лучшему теплоснабжению конечных потребителей. Но, самое главное, применение такой ступени тарифа позволит экономически обосновать модернизацию системы теплопотребления у потребителя (установку индивидуальных тепловых пунктов, поквартирного регулирования, автоматики и т.д.).

Ведь нельзя же создать бизнес-план, в котором источником возврата инвестиций будет являться отсутствие штрафов за нарушение режимов теплопотребления, а ведь именно с помощью системы штрафов сегодня пытаются заставить потребителя соблюдать температуру теплоносителя в обратном трубопроводе. Другое дело, когда в результате технологического перевооружения здание станет отапливаться по новому температурному графику 90/50 °С против прежнего 90/70 °С (табл. 2). Расходуя теплоносителя в два раза меньше, при том же потреблении тепловой энергии потребитель получит экономический эффект с учётом предлагаемой системы тарифов в размере 15 % [(30/2) %].



А со стороны поставщика такая экономия потребителем может только приветствоваться, так как она приведёт к соответствующей экономии у поставщика.

4. **4-я ступень** — $\pm KQ(\Delta T_{ср} - \Delta T_{п})$, где Q — количество тепловой энергии, потреблённой за рассматриваемый период; $\Delta T_{ср}$ — среднее значение разности температур у потребителя в рассматриваемый период; $\Delta T_{п}$ — среднее значение разности температур по всем потребителям данной сети в рассматриваемый период; K — коэффициент (тариф) в рублях. Это дополнительная мотивирующая ступень, которая уменьшает или увеличивает величину платы потребителей за эффективное (неэффективное) охлаждение теплоносителя. Она позволит простимулировать интересы потребителей, желающих экономить (подстегнёт желание потребителей модернизировать существующее у них инженерное оборудование), и одновременно наказать рублём потребителей, не проводящих мероприятий по более эффективному охлаждению теплоносителя. Важно, что эта ступень никак не скажется на объёмах финансовых поступлений поставщику тепловой энергии, в среднем выручка поставщика не изменится, то есть одни потребители будут получать экономический эффект за счёт других. Размер (тариф) оплаты по данному платежу должна составлять от 2 до 3 % величины тарифа за тепловую энергию, что, например, при разности «дельт» $(\Delta T_{ср} - \Delta T_{п}) = 10$ °С составит 8–12 % «поощрения» в деньгах.

К методам государственного управления эффективностью централизованного теплоснабжения следует отнести:

1. **Система показателей энергоэффективности.**
2. **Стимулирующие тарифы.**
3. **Стимулирующая система ценообразования** — справедливая цена на энергоресурсы.
4. **Нормы, стимулирующие энергоэффективность.**
5. **Стимулирующее налогообложение** — налог на «неверные» технологии и налог на неэффективное потребление энергии.
6. **Система учёта потребления энергоресурсов.**
7. **Фонды энергосбережения** — финансирование от стимулирующего налогообложения, инвестирование в энергоэффективность и контроль соблюдения показателей энергоэффективности.

Рассмотрев первые два метода, предлагаю далее проанализировать важнейший вопрос — ценообразования.

Общепризнанно, что наибольшая экономическая эффективность достигается в условиях действия конкурентного рыночного механизма.

Расчёт экономического эффекта табл. 2

Ресурс	Режим 90/70 °С	Режим 90/50 °С	Эффект
Потери тепловой энергии	$200\pi DLK$	$180\pi DLK$	10 %
Затраты электрической энергии на работу сетевых насосов	$m^3\eta$	$(0{,}5m)^3 4\eta$ за счёт увеличения гидравлического сопротивления системы	50 %
	$m^3\eta$	$(0{,}5m)^3\eta$ за счёт уменьшения перепада давлений	87,5 %

Цель государства в рыночной экономике — создавать условия свободного функционирования рынка, то есть конкуренция должна обеспечиваться везде, где возможно, а регулирующее воздействие государства — везде, где необходимо. При этом, создавая механизмы воздействия, государство должно находить критерии, по которым следует объективно оценивать эффективность работы «регулируемого» предприятия (то есть монополиста).

Одна из функций, выполняемых рынком, заключается в объективном сравнении товаров разных производителей (через здоровые интересы покупателей) и покупке товара у того, кто предлагает более низкую цену (при сопоставимом качестве). Как правило, такой производитель и является наиболее эффективным. То есть рынок сравнивает эффективность разных производителей и, при равных количественных и качественных показателях товара, отдаёт предпочтение товару, более доступному по цене.

Задача государства в таком случае — контролировать достаточность конкуренции на рынке, создавать стройные правила по объективному количественному учёту и измерению товара и правила (требования) по качественным характеристикам товара. При выполнении государством этих функций возникает цивилизованный рынок, на котором выигрывает оптимальный и эффективный производитель.

На монополистическом рынке (наш случай — производство тепловой энергии) покупатель не может выбирать поставщика товара, а в существующей ситуации конечный потребитель (владелец квартиры), зачастую не может прямо влиять и на количество потреблённого товара. Государство обязано создать условия для появления у покупателя возможности приобретать столько товара, сколько ему нужно, а не столько, сколько его хочет продать поставщик. Безусловно, государство должно создать условия для появления инструмента, позволяющего устанавливать справедливую цену на товар, произведённый монополистом. Такой инструмент может стать объективным, только если созданы условия, при которых монополист будет заинтересован снижать свои затраты (стоимость топлива, фонд оплаты труда, накладные расходы и пр.). Мотив снижать издержки и затраты возникнет у монополиста только при условии сохранения у него дополнительной прибыли, получаемой в результате оптимизации своих затрат.

Государственный контроль цен и их регулирование выполняется для ограничения негативных последствий монополистической деятельности. Целью государства при контролировании ценообразования товара, произведённого монополистом, является предоставление обществу товара или услуги по некой «справедливой» цене, а не сам контроль прибыли монополиста и/или себестоимости его работ. Ограничивая монополисту прибыль, государство делает как минимум две ошибки — снижает инвестиционную привлекательность монополиста и уменьшает его возможную инновационную деятельность.

Контролируя расходы и ограничивая прибыль монополиста, государство совершает ещё и третью ошибку — оно стимулирует рост затрат у монополиста. Естественное желание любого бизнеса получить максимальную прибыль, и, если нельзя получить её напрямую в компании-монополисте, всегда можно создать аффилированное «ООО», которое «оказывает услуги» монополисту. Уверен, вы догадались, кому будет принадлежать такое «ООО», и по какой цене оно будет «оказывать услуги». Подтверждением правоты изложенного является деятельность, которой сегодня в основном заняты экономические службы монополистов — они собирают доказательства, чтобы обосновать собственные затраты. А в компаниях, работающих на конкурентном рынке, экономические службы заняты поиском внутренних резервов к снижению затрат и повышением эффективности компании. Налицо перекос в существующей сегодня системе ценообразования на товар у монополиста.

Ошибки проводимой сегодня государственной ценовой политики в части ограничения прибыли естественных монополий приводят к следующему:

- снижению инвестиционной привлекательности монополиста;
- уменьшению инновационной деятельности монополиста;
- заинтересованности монополиста в росте затрат.

Повторюсь — зачем обществу в лице государства нужно контролировать монополистический бизнес? Чтобы монополист поставлял товар по «справедливой» цене! При чём же тогда контроль прибыли или расходов монополиста, ведь цель другая? Если бы государство научилось определять «справедливую» цену на произведённый монополистом товар, то, заставив монополиста реализовывать товар по этой «справедливой» цене, не было бы необходимости тратить усилия на контроль его прибыли и затрат.

Представим, что наше государство установило рекомендованную цену на товар, произведённый монополистом (установление рекомендательных цен по важнейшим видам продукции имеет место в некоторых странах, например, в США и Японии). Допустим, что рекомендованная правительством цена на тепловую энергию на 2015-й год устанавливается в размере 1000 рублей за гигакалорию. При этом для тех теплоснабжающих организаций (назовём их «эффективными монополистами»), которые установят цену на тепловую энергию менее чем 950 рублей (более 5 % снижения), не требуется показывать свою прибыль и обосновывать затраты. Те же, кто пожелает установить цену от 950 до 1000 рублей (назовём их «среднеэффективными монополистами») должны продекларировать свои затраты и прибыль, а государство может проверить обоснованность этих затрат и скорректировать цену исходя из результатов проверки. Ну, а те, кто захочет установить цену выше 1000 рублей («неэффективные монополисты»), должны пройти процедуру, аналогичную сегодняшней, чтобы доказать обоснованность своих затрат и уровень прибыльности. Через год после введения подобного механизма, собрав статистику цен по стране, сложившуюся за предыдущий год, и рассчитав средневзвешенную цену, можно утверждать её как рекомендованную цену на следующий год.

Предлагаемый механизм ценообразования имеет конкретные достоинства — он снижает «администрирование» (не нужно контролировать ту группу монополистов, которые назначат цену за тепловую энергию ниже рекомендованной) и позволяет эффективному монополисту получать бóльшую прибыль, то есть стимулирует его повышать и повышать свою эффективность.

Почему подобные простые и эффективные механизмы до сих пор не возникли в современной России? Причина кроется в том, что при подготовке методик по определению цен на монополистические товары государство в качестве экспертов привлекает в основном самих монополистов и их сотрудников (по привычке со времён СССР). А менеджмент всегда заинтересован в росте затрат (собственных зарплат и т.д.), и понятно, что ограничивать «себя, любимого» менеджмент никак не заинтересован.

Без понимания, что такое эффективность конкретной отрасли, как её измерять, какими методами или инструментами ею управлять, невозможно найти оптимальные управленческие решения и не следует рассчитывать на ожидаемые результаты

Задача государства — создать такой механизм, при котором интересы собственников, монополиста и общества совпадут (будет иметь место консенсус), то есть механизм, при котором цены на тепловую энергию будут «справедливыми», а отрасль станет эффективной.

Любой менеджер (и государство в том числе) внедряя механизмы регулирования, заинтересован получить инструменты контроля, позволяющие ему «держать руку на пульсе». Таким инструментом должен стать набор экономических показателей конкретного монополиста.

Например, если монополист просит утвердить цену за гигакалорию больше рекомендованной, но по всем экономическим показателям он относится к группе эффективных монополистов, а его неэффективность определяется только повышенным показателем затрат на топливо, то проверке достаточно подвергнуть только затраты на топливо.

Массой примеров доказано, что неэффективность любого предприятия (или государства) определяется не национальными особенностями и традициями народов, а умением менеджеров построить эффективное производство (или государство). Без понимания, что такое эффективность конкретной отрасли, как её измерять, какими методами или инструментами ею управлять, невозможно найти оптимальные управленческие решения и не следует рассчитывать на ожидаемые результаты.

Мы рассмотрели три метода управления эффективностью централизованных систем теплоснабжения, остальные методы автор планирует изложить во второй части статьи. ●

1. Кузник И.В. Справедливая цена на энергоресурсы — цель реформы энергетики // Интернет-ресурс «Эхо Москвы», 2011.
2. Кузник И.В. Три шага, необходимых для повышения эффективности централизованных систем теплоснабжения в России // Портал-Энерго, 2011.
3. Кузник И.В. Будут ли в России трёхступенчатые тарифы? // Энергетика и промышленность России, №21/2008.
4. Кузник И.В. Три шага к эффективности // Журнал С.О.К., №6/2012.

Энергетика на возобновляемых источниках — от энтузиазма к прагматизму

В статье рассматриваются факторы и тенденции развития энергетики на возобновляемых источниках (ВИЭ), начиная с 1980-х годов, в том числе оказывающиеся на периферии внимания как публики, так отчасти и профессионального сообщества. Приводятся данные по динамике производственных мощностей, объёмов производства энергии на основе ВИЭ, долей в мировых энергетических мощностях и генерации. Материал представлен и в целом, и дифференцированно по источникам энергии. Затронут вопрос производственно-экономической специфики и сравнительной экономической эффективности энергетики на ВИЭ. На основе изложенных данных делаются выводы о вероятной смене тенденций и перспективах использования ВИЭ.

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

Энергетика на ВИЭ – от энтузиазма к прагматизму

Понятия «возобновляемые источники энергии», «ВИЭ», «возобновляемая энергетика» сейчас широко применяются, но требуют некоторых пояснений во избежание некорректного использования. Под возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ) понимают источники, постоянно или периодически генерирующие потоки энергии, воспроизводящие энергетические потоки с той или иной интенсивностью и частотой. В этом их отличие от невозобновляемых источников, таких как ископаемые углеводороды и ядерное топливо, не восстанавливающих свои объёмы, во всяком случае, в масштабах человеческой истории и хозяйственной деятельности.

Для лучшего понимания привязки возобновляемых источников энергии можно вспомнить древнее деление мира на четыре стихии — землю, воду, воздух и огонь — или же более современное научное деление на геосферы: литосферу, гидросферу, атмосферу, биосферу.

Энергия земли или литосферы — геотермальная энергия, энергия разогретых недр Земли. Энергия воды или гидросферы — гидроэнергия, включающая энергию текущих рек, океанических приливов и волн; энергия воздуха или атмосферы — ветер; энергия «огня» — солнечная энергия; энергия биосферы — биоэнергия, воспроизводящийся биологический материал, который также можно использовать в энергетических целях.

Примечательно, что бóльшая часть возобновляемых источников энергии интересна не только своей бесконечностью и в большинстве случаев условной бесплатностью, но и отсутствием загрязнения среды в процессе генерации энергии. Иными словами, от их использования ожидается комплексный эколого-экономический позитивный эффект.

В настоящее время понятие «возобновляемые источники энергии» воспринимается чаще всего как символ прогресса и новизны, а также «энвайронментализма», «экологизма», дружественного и бережного отношения к окружающей среде. В то же время, ВИЭ используются человечеством всю его историю — это и парус, и мельницы, водяные и ветряные, разные способы использования текущей воды, наконец, приготовление пищи и отопление за счёт дров, ведь древесина и кизяки — это тоже возобновляемые источники энергии. Именно возобновляемые ресурсы были первыми энергоресурсами человечества.

Бóльшая часть возобновляемых источников интересна не только своей бесконечностью и в большинстве случаев условной бесплатностью, но и отсутствием загрязнения среды в процессе генерации энергии

Интересно, что на определённом этапе именно ВИЭ были большей частью вытеснены ископаемым энергетическим сырьём — углем, нефтью, газом, позже также ураном. И в те годы, когда это происходило, с XVIII-го до XX-го столетия, именно они были символами прогресса и новизны. Главная же причина в том, что ископаемые энергоносители при наличии технических возможностей их добычи оказались мощнее, концентрированнее, надёжнее и, в итоге, дешевле возобновляемых энергоресурсов.

Интересно также, что использование ископаемой энергии помогало и в решении экологических проблем. Простой вопрос — что стало бы с лесами Земли, если бы растущие энергетические потребности человечества так и удовлетворялись главным образом за счёт дров?

Но почти в то же время, начиная с XIX века, возобновляемые источники обретали «второе рождение» на новом технологическом витке, в частности, началось использование геотермальной энергии и текущей воды — появились первые ГЭС для производства электроэнергии.

В начале XX века появились и первые ветроэлектростанции. При этом в середине XX века в числе лидеров в энергетике на возобновляемых источниках был СССР — не только в гидроэнергетике, но и в ветровой и геотермальной, но это отдельная история, которую мы ещё расскажем далее.

В первой половине прошлого века использование возобновляемой энергии ещё не обусловливалось экологическими требованиями. Условные отправные точки для современного витка развития энергетики на основе ВИЭ находятся в 1970–1980-х годах:

- обострение экологических проблем, включая эмиссию парниковых газов и отравляющих веществ, локальные и региональные экологические бедствия (включая известные «кислотные дожди»), а также глобальное потепление, связываемое с антропогенным фактором;
- обозначение проблемы «пределов роста» (Limits to Growth) мировой экономики в связи с исчерпанием природных ресурсов, причём данная проблема нашла отражение, в частности, в докладе Limits to Growth Римского клуба в 1972-м году, докладе Гру Харлем Брундтланд «Наше общее будущее» (Our Common Future) в 1987-м году и Концепции (точнее, концепциях — на мировом и национальных уровнях) устойчивого развития.

Именно эти проблемы и определённая их подача стали, если угодно, идеологическим энвайронменталистским обоснованием развития энергетики на ВИЭ.

Свою роль в 1970-е годы для западных стран сыграли и политические факторы — нефтяной кризис начала 1970-х годов. Стимулом развития энергетики на основе ВИЭ стало и декларируемое стремление к снижению зависимости от поставок энергоносителей с Ближнего Востока и из СССР, позже — России.

Наконец, развитие энергетики на ВИЭ было бы невозможно без собственно технического прогресса, прежде всего, совершенствования технологий выработки электроэнергии за счёт ветра и солнца. В последние годы в массовом сознании «возобновляемая энергетика» чаще всего ассоциируется, прежде всего, с ветряной и солнечной энергетикой.

Начиная с 1980-х годов энергетика на ВИЭ в мире развивалась очень высокими темпами, однако с важной оговоркой — если не считать гидроэнергию. В частности, электроэнергетические производственные мощности на ВИЭ (без учёта ГЭС) с 2000-го по 2013-й год выросли, по данным Международного агентства по возобновляемой энергии (International Renewable Energy Agency, IRENA) [1], в 9,5 раз — с 57 до 543 ГВт (рис. 1). Для сравнения, все электроэнергетические мощности России — около 230 ГВт.

Объём производства электроэнергии за счёт возобновляемых источников (кроме ГЭС), по данным US Energy Information Administration (EIA) [2], вырос с 1980-го по 2012-й год с 31 ТВт·ч/год до 1069, или в 35 раз, а доля ВИЭ в мировом производстве электроэнергии выросла с 0,4 до 5%. С 2000-го года производство электроэнергии на ВИЭ выросло с 249 ТВт или более чем в четыре раза, а доля в мировом производстве электроэнергии — с 1,7%. Иными словами, на возобновляемых источниках в мире вырабатывается сейчас примерно столько же энергии, сколько всеми электростанциями России.

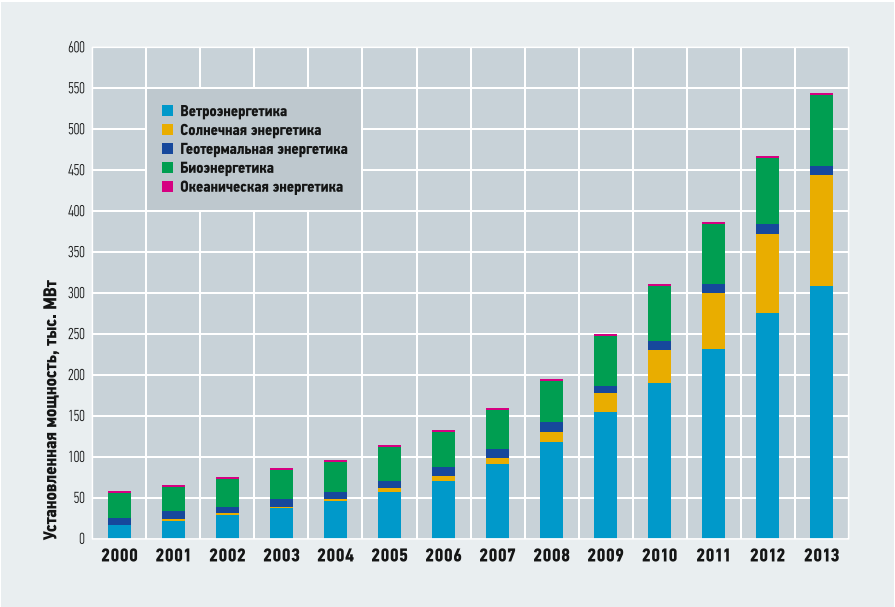


Рис. 1. Электроэнергетические мощности на основе ВИЭ (без учёта ГЭС) в 2000–2013 годах

Электроэнергетические производственные мощности на ВИЭ (без учёта ГЭС) с 2000-го по 2013-й год выросли, по данным IRENA, в 9,5 раз — с 57 до 543 ГВт. Для сравнения, все электроэнергетические мощности России — около 230 ГВт

До 2000-го года основным фактором роста энергетики на основе ВИЭ были биоэнергетика и геотермальная энергетика. В 2000-е годы ускоренными темпами развивается ветроэнергетика, и сейчас это более половины всех мощностей ВИЭ и почти половина производства. Начиная с 2007–2008 годов, на первое место по темпам роста выходит солнечная энергетика (рис. 2).

Общий же рост, начиная примерно с 2000-го года, отчётливо ускоряется. Если прямо экстраполировать тенденции развития энергетики на ВИЭ с 1980-го, тем более с 2000-го года (а это среднегодовые темпы роста 12,2–12,7%), то примерно к середине XXI века в мировом производстве электроэнергии ВИЭ должны полностью вытеснить ископаемые энергоносители. При продолжении среднегодового роста в 12,2% выработка электроэнергии на ВИЭ (без учёта ГЭС) достигнет к 2040-му году 27 тыс. ТВт·ч, что уже существенно больше всего мирового производства электроэнергии в наше время. Вопрос в том, насколько оправдана была бы такая экстраполяция.

Во-первых, ВИЭ пока вовсе не вытесняют ископаемые энергоносители, а дополняют их. Общее производство и потребление электроэнергии в мире с 1980-го по 2012-й год тоже выросло — с 8 тыс. до 21 тыс. ТВт·ч или в 2,6 раза. Добыча и потребление первичных энергоресурсов, по данным Международного энергетического агентства (International Energy Agency, IEA) [3], выросло в 1973–2012 годах с 6,1 млрд до 13,4 млрд тонн в нефтяном эквиваленте или в 2,2 раза.

При всём росте ветряной и солнечной энергетики растущие энергетические потребности мирового хозяйства в последние десятилетия удовлетворялись главным образом за счёт ископаемых источников.

Говоря проще, места хватало, и пока хватает всем. Строительство нового ветропарка или солнечной станции не приводило к закрытиям ТЭС или АЭС. В случае же продолжения опережающего роста энергетики на ВИЭ мы столкнёмся уже с мировым конфликтом возобновляемой и ископаемой энергетики, и последняя в любом случае не уйдёт «без боя».

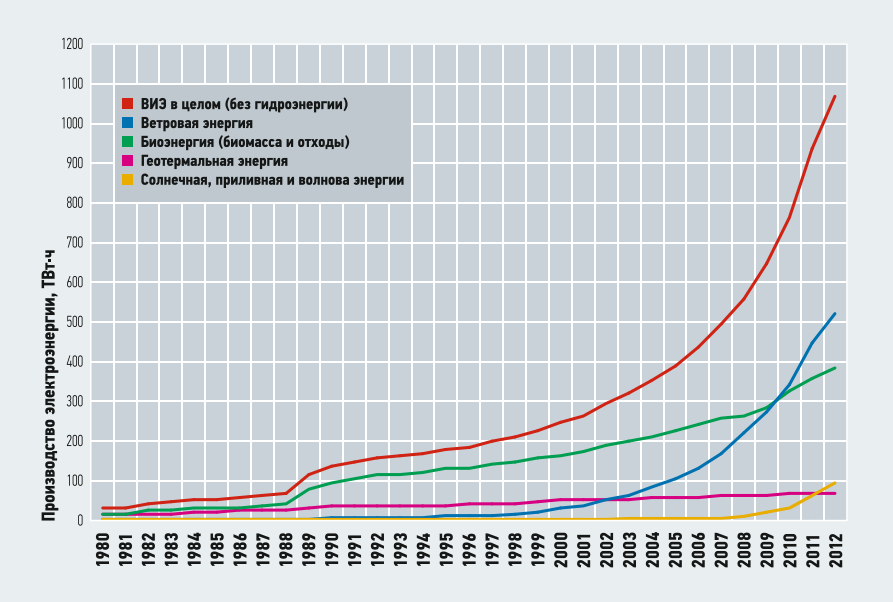


Рис. 2. Мировое производство электроэнергии на основе ВИЭ в 1980–2012 годах

Следующий же вопрос — дойдёт ли до такого боя в принципе. Помимо тенденций к росту, существует тенденция и к замедлению роста. В частности, темпы роста производственных мощностей на ВИЭ (без ГЭС) падают, начиная с 2010-го года (рис. 3), а с 2011-го года обозначилось и снижение темпов роста производства энергии на ВИЭ.

Кроме того, если считать развитие энергетики на возобновляемых источниках с учётом ГЭС, что более корректно, ситуация выглядит даже несколько парадоксально. Дело в том, что доля всех ВИЭ в мировом производстве с 1980-го по 2012-й год в итоге не выросла, оставшись на уровне 21,9% при некоторых колебаниях внутри этого периода (рис. 4).

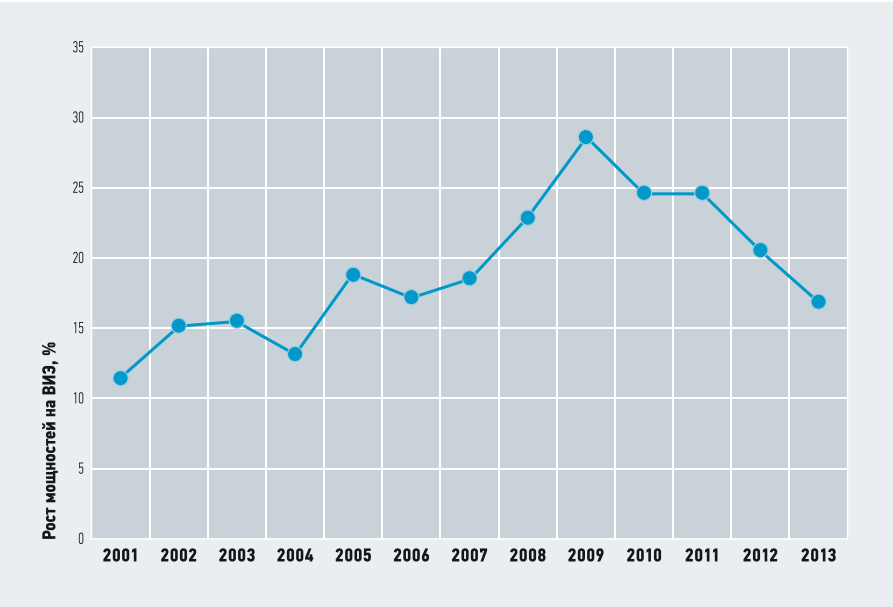


Рис. 3. Темпы роста электроэнергетических мощностей на ВИЭ (без ГЭС) в 2001–2013 годах

По сути, падение доли ГЭС в мировом производстве (с 21,5 до 16,9%) было компенсировано за счёт других ВИЭ, но не более того.

В специальной и популярной литературе объёмы и доли производства энергии на основе ВИЭ считаются по-разному, иногда с учётом гидроэнергетики, во многих случаях без неё. В связи с этим, неискушённый читатель может быть введён в заблуждение противоречивыми цифрами. Согласно одним данным, доля ВИЭ в мировом производстве электроэнергии превышает 20%, по другим — составляет всего 5%. В данном случае нужно просто обращать внимание на то, что именно в данном случае включено в понятие «возобновляемые источники».

Кроме того, надо различать долю ВИЭ в производстве электроэнергии и энергии в целом.

Выше мы говорили исключительно о доле ВИЭ в мировом электроэнергетическом производстве, но в мире используется также тепловая энергия. В свою очередь, ВИЭ используются не только в электроэнергетике, но и в тепловой энергетике, и в качестве транспортного топлива (биодизель).

Если рассмотреть долю ВИЭ в общем мировом энергетическом балансе, то в 2012-м году она по данным IEA составляла 13,5% (включая гидроэнергию, биотопливо и другие источники).

Это выглядит существенной величиной, но в 1973-м году она была лишь немногим ниже — 12,4%, при этом доля биотоплива была даже несколько выше — 10,5% против 10,0%, соответственно (табл. 1).

Причина в том, что в понятии биотоплива учтены и архаичные его виды, включая упоминавшиеся выше дрова и т.п. До сих пор в ряде стран и регионов

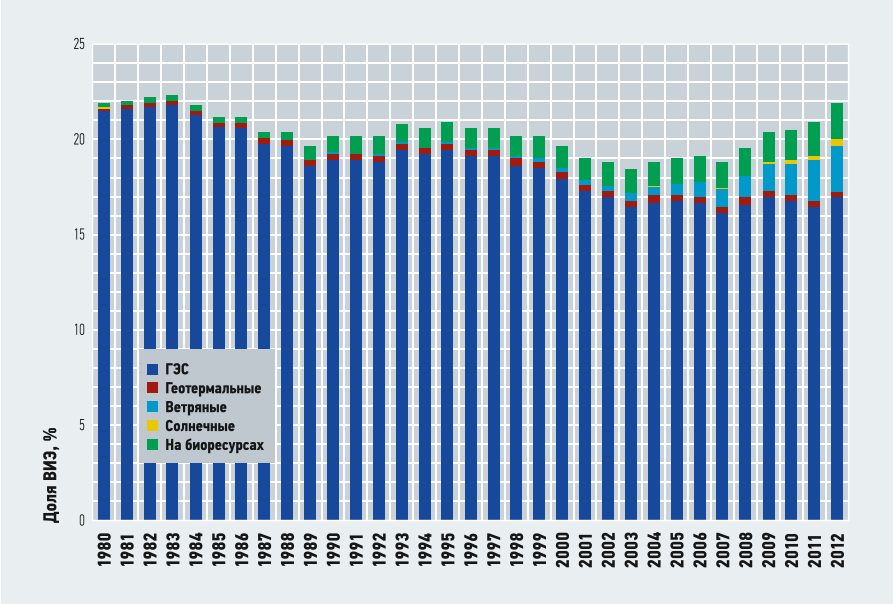


Рис. 4. Доля ВИЭ (включая ГЭС) в мировом производстве электроэнергии в 1980–2012 годах

они играют заметную роль в энергообеспечении, и в мире продолжается процесс вытеснения архаичных технологий ВИЭ не только современными технологиями ВИЭ, но и ископаемыми энергоносителями.

Также интересно, что за этот период времени доля ископаемых энергоносителей в мировом энергообеспечении снизилась с 86,7 до 81,7 %, а в мировом производстве электроэнергии — с 70 до 67 %. Однако произошло это в наибольшей степени не за счёт возобновляемой, а за счёт атомной энергетики.

Начиная с середины 1990-х годов, её доля в мировом производстве энергии снижается, а с 2007-го года фиксируется и абсолютное снижение производства атомной энергии. Однако до 1985-го года атомная энергетика переживала масштабный рост, с двузначными годовыми показателями, темпы его были не ниже, чем сейчас у ветроэнергетики и солнечной энергетики, а ожидания были не менее, если не более оптимистичными, чем в прошедшее десятилетие относительно возобновляемых источников.

Картина мировой энергетики сложна и даёт широкий простор для интерпретаций, например: «*…power generation from renewable sources such as wind, solar and hydro grew strongly in 2013, reaching almost 22 % of global generation*» [3] («*…генерация электроэнергии из возобновляемых источников, таких как ветряная, солнечная и гидро-, мощно росла в 2013-м году, достигнув почти 22 % общемировой генерации*»). Но, как мы видим, те же почти 22 % электрической энергии генерировались за счёт ВИЭ и в 2012-м, и даже в 1980-м годах.

Не менее интересно и сопоставление роста производственных мощностей и производства в энергетике на основе ВИЭ (см. выше). С 2000-го по 2012-й годы производственные мощности ВИЭ (без учёта ГЭС) выросли в 9,5 раз — с 57 до 543 ГВт. Годовое производство электроэнергии за этот же период выросло с 249 до 1069 ТВт·ч или в 4,3 раза, и можно предположить начало проявления принципа «убывающего плодородия».

Нередко о происходящем в мировой энергетике в настоящее время говорят как о свершающейся революции и переходе к «неуглеродному» укладу в мировой энергетике и экономике.

Однако, если рассматривать ВИЭ в целом и имеющиеся цифры фактического производства энергии, ближе к реальности выглядит вывод о том, что революция либо уже состоялась, и достаточно давно, и ключевую роль в мировом масштабе тут сыграла гидроэнергия, либо что революция, напротив, уже не состоялась, либо что она, в силу тех или иных причин, ещё впереди.

Чтобы претендовать на лидерство и вытеснение ископаемых источников, энергетика на основе ВИЭ должна совмещать два основных преимущества: экологическое и экономическое.

За рассматриваемый период времени доля ископаемых энергоносителей в мировом энергообеспечении снизилась с 86,7 до 81,7 %, а в мировом производстве электрической энергии — с 70 до 67 %. Однако произошло это в наибольшей степени именно за счёт атомной энергетики

В первом случае речь идёт как о способности энергетики на ВИЭ отвечать на экологические вызовы — исчерпание энергетических ресурсов, загрязнение природной среды, глобальные изменения климата, так и о правильности понимания самих этих вызовов. Об этом речь пойдёт несколько позже.

Вопроса же экономической эффективности энергетики на основе ВИЭ коснёмся. Сложно говорить об экономике ВИЭ в целом, в силу различия самих источников. Биоэнергетика работает по принципу, сходному с работой «обычных» тепловых станций или двигателей на ископаемом топливе, с той разницей, что в качестве энергоносителя выступают биодизель, биоэтанол, древесные пеллеты и щепа, бытовые отходы и отходы сельскохозяйственного производства либо другие воспроизводимые биогенные энергоносители. Ситуация сходна в геотермальной энергетике, хотя там энергоноситель поступает непосредственно из природной среды — это, как правило, горячая вода земных недр. Биоэнергетику и геотермальную энергетику объединяет друг с другом и с «обычной» ископаемой энергетикой наличие, как правило, достаточно высокопотенциального и стабильно поступающего либо поставляемого энергоносителя.

Структура производства энергии по источникам, 1973 и 2012 годы табл. 1

Энергоноситель	1973 год		2012 год	
	Произв-во энергии, млн тонн нефт. экв.	Доля в мировом производстве	Произв-во энергии, млн тонн нефт. экв.	Доля в мировом производстве
Уголь	1502	24,6 %	3878	29,0 %
Нефть	2815	46,1 %	4198	31,4 %
Газ	977	16,0 %	2848	21,3 %
Всего ископаемые углеводороды	5294	86,7 %	10 924	81,7 %
Атомная энергия	55	0,9 %	642	4,8 %
Гидроэнергия	110	1,8 %	321	2,4 %
Биотопливо и мусор	641	10,5 %	1337	10,0 %
Другие ВИЭ	6	0,1 %	147	1,1 %
Всего	**6106**	**100,0 %**	**13 371**	**100,0 %**

У различных типов электростанций величина КИУМ принципиально различается (табл. 2). На АЭС, большинстве ТЭС, работающих на ископаемом топливе, геотермальных и биоэнергетических электростанций, он превышает 70–80 %. Для ГЭС он, в среднем, составляет около 50 %, для ветроэнергетики и солнечной энергетики — порядка 20 %. В прогнозах называются и более высокие показатели КИУМ для солнечных и ветростанций — до 35–37 %. Однако сопоставление мировых производственных мощностей и объёмов производства солнечной и ветроэнергии (см. выше) показывает, что в 2000–2012 годах КИУМ ветроэлектростанций оставался на уровне около 20 % (при колебаниях 18–22 %), а КИУМ солнечных фотовольтаических батарей даже резко снизился — примерно с 20 до 10 %.

В то же время, энергоноситель (за исключением геотермальной энергии) не является бесплатным, затраты на его приобретение — это существенная часть издержек и в «ископаемой», и в биоэнергетике, достигающая, например, на ТЭС — 80 % всех операционных затрат станции и выше. Стоимость энергии, получаемой на ископаемых источниках, чувствительна к колебаниям цен на энергоносители.

В несколько ином положении находится гидроэнергетика. Здесь существует практически бесплатный источник энергии, но менее концентрированный и менее стабильный в силу прежде всего сезонных колебаний стока рек, в ряде случаев — внутрисезонных и других изменений. В наибольшей же степени это отличие характерно для ветряной и солнечной энергетики. Здесь мы имеем дело с низкопотенциальными и в высокой степени нестабильными источниками, с рассеянной и неравномерно поступающей энергией. Но она также бесплатна.

Характер энергоносителя и его подачи определяет такой важный параметр, как коэффициент загрузки оборудования, в энергетике называемый коэффициентом использования установленной мощности (КИУМ), или отношение фактического производства энергии к теоретически возможному.

Теоретически, 1 кВт установленной мощности за год может выработать

1 кВт × 365 дней × 24 часа = 8760 кВт·ч

энергии ежегодно. Если фактически было произведено 5000 кВт·ч электроэнергии, то КИУМ будет равен

(5000/8760) × 100 % = 57 %.

В общем виде энергоноситель (за исключением геотермальной энергии) не является бесплатным, затраты на его приобретение — это существенная часть издержек и в «ископаемой», и в биоэнергетике, достигающая, например, на ТЭС — 80 % всех операционных затрат станции и выше

Последнее можно связать с размещением больших мощностей солнечной энергетики в районах с низкими показателями солнечной энергии (география энергетики на основе ВИЭ — предмет отдельного рассмотрения).

Иными словами, для выработки одинакового количества электроэнергии солнечная или ветряная энергетика потребует примерно в три-четыре раза больше производственных мощностей, чем атомная или тепловая.

В целом, поскольку в 2000–2012 годах темпы прироста производства электроэнергии более, чем в два раза отставали от прироста генерирующих мощностей (см. выше), средний КИУМ на основе ВИЭ в этот период тоже снижался.

Также вернёмся к проведённому выше сопоставлению с нашей страной — в 2013-м году производственные мощности электроэнергетики на ВИЭ (без ГЭС) были в 2,3 раза выше всех электроэнергетических мощностей России, а выработка электроэнергии при этом была одинаковой. Это соотношение действует и в мировом масштабе.

Например, все мировые электроэнергомощности составляют около 5000 ГВт.

На ВИЭ (без ГЭС) в 2012-м году приходилось около 10 %, но вырабатывали они всего 5 % мировой электроэнергии.

В финансово-экономическом анализе энергетики часто используются понятия инвестиционных затрат в пересчёте на единицу (1 кВт, 1 МВт) установленной мощности, стоимости 1 кВт·ч энергии и выровненных затрат (Levelized Costs, LC) на производство единицы энергии (1 кВт·ч, 1 МВт·ч).

Применяя их к энергетике на основе ВИЭ, можно получить несколько завышенные параметры. Действительно, эти показатели у возобновляемой и ископаемой энергетики постепенно сближаются. При этом, идёт встречное движение. С одной стороны, технологический прогресс позволяет снижать затраты на 1 кВт установленной мощности (особенно это заметно в солнечной энергетике). С другой, повышенные требования к производительности и экономической безопасности увеличивают инвестиции в пересчёте на 1 кВт для атомной и тепловой энергетики. В частности, к существенным дополнительным затратам ведёт установка систем улавливания и складирования углерода (Carbon Capture and Storage, CCS).

По расчётам EIA, инвестиционные затраты в пересчёте на 1 кВт устанавливаемых мощностей в 2013-м году в США:

- тепловые станции на угле — $ 3200–6600, в зависимости от типа станции;
- тепловые станции на природном газе — $ 900–2100;
- атомные — $ 5500;
- на биомассе — $ 4100–8200;
- ветряные на суше (так называемые «оншорные») — $ 2200;
- ветряные в море (так называемые «офшорные») — $ 6200;
- солнечные — $ 3800–5100;
- геотермальные — $ 4400–6200;
- на твёрдых бытовых отходах — $ 8300;
- ГЭС — $ 2900–5300.

Иными словами, строительство электростанции мощностью 1 ГВт различного типа почти в любом случае обошлось бы в величину порядка нескольких миллиардов долларов.

Как мы видим, данный показатель для энергетики на ВИЭ и на ископаемом топливе сблизился, более того, 1 кВт установленной мощности ВИЭ уже даже нельзя назвать в среднем более дорогим.

С другой стороны, в случае с ВИЭ установленных мощностей нужно в несколько раз больше. Допустим, что инвестиционные затраты на строительство ТЭС составляют $4000 на 1 кВт, а на строительство ветроэлектростанции (ВЭС) — $2000 на 1 кВт. Но, поскольку в первом случае КИУМ — около 80 %, а во втором — 30 %, для производства того же количества электроэнергии ВЭС должна обладать в 2,7 раз большей мощностью, чем ТЭС, то есть инвестиционные затраты будут не в два раза меньше, а в 1,35 раза больше.

Преимущество ветропарка — возможность одновременного ведения на той же территории другой деятельности, например, сельскохозяйственной. Тем не менее, проблемы, связанные с конфликтом землепользования и дефицитом места для строительства станций на ВИЭ, не могут не возникать

Следующий вопрос — это площадь, которую будет занимать ветропарк. Ветропарк мощностью 1 ГВт занял бы около 100 км^2, тогда как ТЭС даже той же мощности может быть размещена на площади от нескольких до нескольких десятков гектаров.

Конечно, преимущество ветропарка — возможность одновременного ведения на той же территории другой деятельности, например, сельскохозяйственной. Тем не менее, проблемы, связанные с конфликтом землепользования и дефицитом места для строительства станций на ВИЭ, не могут не возникать. Высокая пространственная ёмкость станций на ВИЭ может быть отражена в структуре внутренних затрат — например, в виде платы за аренду или выкуп земли, или относиться к внешним (экстернальным), общественным издержкам, но это, в любом случае, экономический фактор.

Специфика станций на ВИЭ обусловливает и высокий уровень постоянных операционных затрат. В частности, для оншорных ВЭС они составляют, по данным того же источника, около $40 за 1 МВт установленной мощности в год, для ТЭС, в зависимости от типа, характерен огромный разброс — от $7 до $32 за 1 МВт в год для газовых ТЭС и от $30 до $80 за 1 МВт в год для угольных. Учитывая также то, что для выработки такого же количества электроэнергии ВЭС требует больше мощности, получаем, что уровень постоянных операционных затрат у ветропарка в среднем тоже будет существенно выше, чем у ТЭС.

КИУМ электростанций на ВИЭ различных типов*

табл. 2

Тип электростанции	Установленные мощности, МВт (2011 год)	Производство электроэнергии, ГВт·ч (2012 год)	КИУМ, %
На биомассе	74 244	384 217	59 %
Геотермальные	10 876	68 192	72 %
ГЭС	1 052 495	3 646 064	40 %
Ветряные	232 055	520 001	26 %
Солнечные	69 310	96 352	16 %

* Расчёт на основе сопоставления данных об установленных мощностях и произведённой энергии в 2012-м году.

Но у ветрвой электростанции остаётся другое важное преимущество — бесплатная энергия и, соответственно, практически нулевой уровень переменных издержек, что, теоретически, с течением времени позволяет окупить данное предприятие. Вопрос лишь в том, сколько именно времени должно пройти, и есть ли вообще смысл рассматривать данный временной интервал.

Ключевой фактор здесь, безусловно, цены на топливо — чем они выше, тем ВИЭ экономически выигрышнее. Переменные издержки для ТЭС без учёта топливной составляющей оцениваются в $3–15 за 1 МВт·ч (всего $0,003–0,015 за 1 кВт·ч). С учётом же нынешних цен на энергоносители они составят уже $30–80 за 1 МВт·ч (всего $0,03–0,08 за 1 кВт·ч) — в среднем, более 80% в структуре переменных затрат и более 60% в общей величине операционных затрат крупной (более 1 ГВт) ТЭС.

Когда оперируют понятиями затрат на производство единицы (1 кВт·ч) электроэнергии, себестоимости электроэнергии, необходимо уточнение, все ли затраты учтены или речь идёт только об операционной составляющей.

Показатель выровненных затрат Levelized Costs (LC) на производство единицы энергии является интегральным, учитывающим и инвестиционные, и операционные затраты, равномерно распределённые на некотором интервале времени. По прогнозам EIA, для станций, вводимых в эксплуатацию в 2019-м году на временном отрезке в 30 лет, на 1 кВт·ч произведённой электроэнергии величина LC составит:

- угольные ТЭС — $0,09–0,15;
- газовые ТЭС — $0,06-0,13;
- атомные — $0,10;
- геотермальные — $0,05;
- на биомассе — $0,10;
- ветряные оншорные — $0,08;
- ветряные офшорные — $0,20;
- солнечные (фотовольтаические) — $0,13;
- солнечные тепловые — $0,24;
- ГЭС — $0,08.

IRENA приводит средние данные по выровненным затратам на 2013-й год в широком диапазоне и для разных регионов:

- солнечная (фотовольтаическая) — $0,11–0,54 за 1 кВт·ч при средних в диапазоне $0,15–0,30;
- солнечная (концентраторы, CSP) — $0,17–0,37 за 1 кВт·ч при средних в диапазоне $0,15–0,30;
- геотермальная — $0,04–0,29 за 1 кВт·ч при средних в диапазоне $0,06–0,09;
- гидравлическая (большие ГЭС) — 0,012–0,19 за 1 кВт·ч при средних в диапазоне $0,034–0,096;
- гидравлическая (малые ГЭС) — 0,015–0,29 за 1 кВт·ч при средних в диапазоне $0,032–0,07;
- ветровая (офшорные) — $0,15–0,23 за 1 кВт·ч при средних $0,19;
- ветровая (оншорные) — $0,034–0,197 за 1 кВт·ч при средних $0,075–0,118;
- твёрдая биомасса — $0,012–0,29 за 1 кВт·ч при средних $0,049–0,078.

По имеющимся данным о LC, оншорная ветроэнергетика уже достигла уровня ценовой конкурентоспособности с ископаемой энергетикой, а солнечная уже не так далеко от него. В то же время, рассматривая 30-летний интервал, надо делать две основные поправки:

1. Для энергетики на ВИЭ характерны существенно более высокие инвестиционные, то есть стартовые затраты (см. выше). Если в среднем на длительном отрезке времени платить за энергию приходится даже меньше, то нести большие затраты приходится раньше. Рубль, потраченный сегодня, стоит дороже рубля, который будет потрачен через 10–20 лет.

2. Вопрос в том, насколько корректно рассматривать эффективность на данном

30-летнем интервале, исходя из сроков службы оборудования. Если расчётный срок окупаемости оборудования превышает срок его службы, рассмотрение его смысла не имеет.

Попутно отметим, что проблема выхода из строя, замены и утилизации оборудования энергетики на ВИЭ только поднимается, и в ближайшие 10–20 лет как раз подойдут сроки массового выхода из строя первых мощностей. Но данной проблемы мы коснёмся отдельно, в разговоре об экологических эффектах «зелёной» энергетики.

Вероятно, заканчивается время определённого энтузиазма и повышенных ожиданий в отношении энергетики на возобновляемых источниках, и наступает период прагматичного и взвешенного подхода, когда на первое место будут выходить соображения конкретной экономической эффективности

В последние примерно два десятилетия энергетика на ВИЭ развивалась под действием мощных факторов, скорее, не экономического, а административного и политико-идеологического характера: мощных прямых и косвенных юридических и финансовых мер поддержки «зелёной» энергетики в западных странах; «алармизма» в отношении окружающей среды и надежд на то, что «зелёная» энергетика решит экологические проблемы; декларации западными странами стремления к независимости от энергетических поставок из России и стран Ближнего Востока (хотя, заметим, это сочетается с растущей зависимостью западноевропейских стран от России уже в поставках возобновляемого топлива — древесных пеллет, рапса и рапсового масла).

Добавим, что максимальные темпы роста ветряной и солнечной энергетики пришлись на 2000-е годы — период резкого роста и рекордных цен на ископаемые энергоносители.

Разумеется, никакая индустрия не может бесконечно развиваться «на энтузиазме» в сочетании с тем или иным политико-идеологическим и административным давлением, но без прочного экономического фундамента.

Вероятно, заканчивается время определённого энтузиазма и повышенных ожиданий (местами переходящих в эйфорию) в отношении энергетики на ВИЭ, и наступает период прагматичного и взвешенного подхода, когда на первое место будут выходить соображения экономической эффективности в данном месте и в данное время. Этому способствует и существенное снижение цен на ископаемые углеводороды.

Как мы видим из приведённых выше цифр, стоимость единицы энергии из одного источника может различаться в разы и даже на порядок — всё зависит от конкретных условий реализации конкретного проекта.

В свою очередь, IEA прогнозирует замедление глобальных темпов роста энергетики на основе ВИЭ [3] — в частности, согласно оценкам агентства, доля ВИЭ (включая ГЭС) в мировом производстве электроэнергии составит уже не нынешние 22, а 26 %. Это тоже рост, но уже не двузначными темпами.

Что касается доли современных возобновляемых энергоносителей в общемировом энергообеспечении, то она, по данным агентства, вырастет с 8 % в 2013-м году до 9 % в 2020-м.

Причину замедления темпов роста агентство видит в росте рыночных рисков и неопределённости политики государств в отношении ВИЭ.

Добавим, что глобальное замедление роста в ближайшие десятилетия не исключает наличия долгосрочных региональных, локальных и даже индивидуальных (на уровне личного потребления) перспектив использования возобновляемой энергии. Есть ниши различного характера, где использование ВИЭ действительно целесообразно и найдёт спрос. Это в полной мере относится и к России, где развитие энергетики на основе возобновляемых источников имеет свою специфику и свои перспективы. Но это уже темы для отдельного обсуждения.

1. Интернет-ресурс: http://resourceirena.irena.org.
2. Интернет-ресурс: http://www.eia.gov.
3. Интернет-ресурс: http://www.iea.org.

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

ufi Approved Event

КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ

BOILERS AND BURNERS

6-9 октября 2015

Санкт-Петербург

V Международный Конгресс

Энергосбережение и энергоэффективность – динамика развития

ОРГАНИЗАТОР FarEXPO

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: ЭКСПЕРТ СЕВЕРО-ЗАПАД

Генеральный информационный партнер: СОК

Стратегический информационный партнер: КОТЕЛЬНЫЕ МИНИ-ТЭЦ

We measure it. testo

Цифровые технологии. Выгодно и удобно.

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

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

www.testo.ru

На правах рекламы.

тел : 8 (800) 505 1005

Котёл, который без проблем работает
в нашем суровом климате

NAVIEN
Prime & Deluxe

Navien Deluxe

Navien Prime

Единственный котел, который работает даже при температуре ниже 50 градусов!
Ознакомиться с таким инновационным котлом Вам предлагает NAVIEN RUSSIA!

Уникальное решение NAVIEN Prime & Deluxe оптимально для климата России

- Чип SMPS защищает котел от перепадов напряжения в электросети.
- Поддерживает комфортную температуру благодаря двум датчикам контура отопления.
- Стабильная работа и экономия при низком давлении газа благодаря датчику APS.
- “Говорящий” Пульт (Функция аудиогида)

Navien NCN-CE | Navien ACE(ATMO) | Navien GST(GA) | Navien LST | Navien LFA

NAVIEN RUS LLC
117342, г. Москва, ул. Профсоюзная, д.65 корп.1 к, эт.10
Тел.: 8 (495) 258 60 55 / Факс: 8 (495) 280 01 99
Веб-сайт: www.navien.ru / e-mail: info@navien.ru

ЕДИНАЯ СПРАВОЧНАЯ СЛУЖБА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ
Тел. : 8 (800) 505 10 05 (звонок по России бесплатный)

На правах рекламы.

KD NAVIEN
Navigating Energy and Environment