КАК РАБОТАТЬ ПО-НЕМЕЦКИ 21
КОНФЕРЕНЦИЯ: ТН БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ 16
УСТРОЙСТВО КОЛЬЦЕВЫХ ВОДОПРОВОДОВ ИЗ ВЧШГ 24
ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, МОНТАЖА И СЕРВИСА 38
АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ 52

ISSN 1682-9524

# С.О.К.

№2 ФЕВРАЛЬ 2016

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

САНТЕХНИКА ОТОПЛЕНИЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

На правах рекламы.

ENGINEERING TOMORROW

Danfoss

от эксперта в энергосбережении

# Превосходство в решениях для строительства завтрашнего дня

Danfoss — это не только продукция, проверенная временем. Это более 5000 позиций на складе, помощь в подборе оборудования, техническая поддержка, склады с круглосуточным доступом, минимальные сроки поставок, электронная система размещения заказов и контроля за их выполнением 24/7.

*конструируя завтрашний день

На правах рекламы.

www.danfoss.ru

protherm

Всегда на Вашей стороне

## Просто управлять температурой в доме.

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

**Protherm** – лидер Российского рынка отопления*

*Узнай больше о технике со смартфона или планшета*

**Источник: По данным BRG, 2014; *Входит в состав Vaillant Group (Германия)*

На правах рекламы.

СОДЕРЖАНИЕ

# февраль 2016

## Конференция С.О.К. по тепловым насосам

В рамках деловой программы выставки Aqua-Therm Moscow 2016 прошла конференция «Тепловые насосы большой мощности: внедрение и эксплуатация». Организаторами конференции выступили журнал С.О.К. и компании ITE и Reed Exhibitions. Представляем вам описание, а также ссылки (QR-коды) на презентации и видеозапись конференции.

16

## Максим Шахов: В будущее смотрим с оптимизмом

В рамках выставки Aqua-Therm Moscow состоялся пресс-брифинг с генеральным директором ООО «Вайлант Груп Рус» Максимом Шаховым. В своей речи он осветил результаты работы компании за минувший 2015 год и ответил на вопросы представителей отраслевых средств массовой информации.

12

## Пресс-завтрак «Бош Термотехника» на выставке Aqua-Therm Moscow 2016

На ежегодной выставке Aqua-Therm Moscow компания «Бош Термотехника» организовала пресс-завтрак. С представителями средств массовой информации встретились Юрий Нечепаев, генеральный директор ООО «Бош Термотехника», и Михаил Хомкин, руководитель отдела продукт-менеджмента компании.

18

## Интеграция систем кондиционирования в автоматизированные системы управления зданием

За последние десятилетия существенно возросло энергопотребление, усложнились управление и мониторинг инженерных сетей. И во многом для решения этих проблем появились системы автоматизации, призванные обеспечить достижение эффективного, безопасного и энергосберегающего функционирования здания.

52

## Автоматизация вентиляции торгового центра: быстро, просто, надёжно и эффективно

Система вентиляции современного торгово-развлекательного центра должна быть надёжной, энергоэффективной и простой в эксплуатации. Решить эти задачи помогают шкафы автоматизации SmartHVAC, разработанные в России с пониманием российских реалий компанией Schneider Electric.

60

## Об уточнении подхода к повышению энергоэффективности зданий и сооружений

Задача повышения энергоэффективности зданий и сооружений весьма масштабна и сложна. Предлагаемый материал послужит активизации обмена мнениями между отечественными профессионалами в области энергоэффективности и появлению следующих материалов, посвященных столь важному вопросу.

78

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

**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.

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

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

170-й номер
февраль 2016

**Новости** 4

**Событие**

Максим Шахов: В будущее смотрим с оптимизмом 12
Конференция С.О.К. по тепловым насосам 16
Пресс-завтрак «Бош Термотехника» на выставке Aqua-Therm Moscow 2016 18

**Бизнес**

Работать по-немецки, или Характерные черты немецкого подхода к работе 21

**Сантехника**

К устройству кольцевых водопроводов из ВЧШГ 24
Влияние аэрации на углекислотное равновесие в воде. Часть 2 30

**Отопление**

Незамерзающий теплоноситель в системе отопления. Спасение или проклятие? 36
Дискуссия: проблемы проектирования, монтажа и сервиса систем теплоснабжения 38
О возможных причинах неудовлетворительной работы системы отопления 42
Разработка алгоритма управления системами теплоснабжения при снижении температуры теплоносителя 44
К оценке надёжности городских систем теплоснабжения 48

**Кондиционирование**

Интеграция систем кондиционирования в автоматизированные системы управления зданием 52
Вероятностно-статистическая модель климата для расчётов энергопотребления центральными системами кондиционирования воздуха 56
Автоматизация вентиляции торгового центра: быстро, просто, надёжно и эффективно 60
Аэродинамика кольцевых вентиляционных сетей с переменным расходом воздуха 62
Некоторые вопросы расчёта воздушного режима зданий 64
Отечественное оборудование для вентиляции бассейнов 68
Общеобменная и местная вытяжная вентиляция в жилых многоэтажных домах 72
Особенности утилизации климатического оборудования 74

**Энергосбережение**

Об уточнении подхода к повышению энергоэффективности зданий и сооружений 78
Региональные операторы учёта коммунальных ресурсов 82
Тепловой режим помещений и энергосбережение на объектах транспортировки природного газа 84
«Зелёный» дайджест 88

## Одной строкой

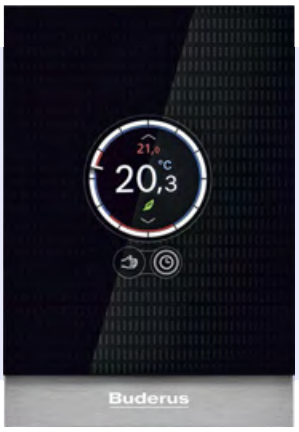
- Выставка Aqua-Therm Moscow 2016 подвела итоги. За четыре дня выставку посетило 26 413 человек, был представлен 651 экспонент из 30 стран, общая площадь выставки составила 34 тыс. м$^2$.
- Японский производитель кондиционеров Mitsubishi Heavy Industries планирует выделить свой бизнес по производству систем кондиционирования и холодоснабжения в отдельную дочернюю компанию в 100 % собственности.
- В начале текущего года ЗАО «Омский завод инновационных технологий» запустил производство новых котлов модельного ряда Reverse 2016 мощностью от 100 кВт до 1,5 МВт.
- Корпорация Panasonic представила результаты за девять месяцев 2016-го финансового года*. Консолидированный объём продаж сократился на 1 % до 5671,3 млрд иен. Доналоговая прибыль в рассматриваемый период увеличилась на 22 % и достигла 254,5 млрд иен. Чистая прибыль выросла на 14 % до 160,2 млрд иен.
- Компания Cherbrooke сообщила о начале поставок низкотемпературного комплекта НК1, который предназначен для включения системы кондиционирования на охлаждение при температуре до –40 °С.
- В феврале 2016 года компания «Бош Термотехника» начнёт поставлять в Россию новые электрические накопительные водонагреватели Bosch Tronic. Обновлённая линейка включает в себя 25 моделей, отличающихся габаритами, объёмом, системой управления, типом ТЭНа и вариантами монтажа.
- Группа компаний NIBE представила результаты за 2015 год. Объём продаж возрос на 20 % и составил 13,243 млн шведских крон (11,033 млн в 2014 году). Прибыль после учёта финансовых показателей выросла на 24,9 % и составила 1,614 млн шведских крон (1,292 млн в 2014 году).
- Циркуляционный насос для систем отопления ALPHA3 от Grundfos был удостоен награды Plus X Award 2016 в категориях «Инновации», «Высокое качество», «Функциональность» и «Экология».
- Рынок тепловых насосов в Польше пока ещё только развивается, но, несмотря на это, за последние шесть лет продажи тепловых насосов в этой стране выросли почти в три раза.

* Примечание: 2016-й финансовый год начался 1 апреля 2015 года и заканчивается 31 марта 2016 года.

**«Бош Термотехника»**

# Новый комнатный регулятор Buderus Logamatic TC100

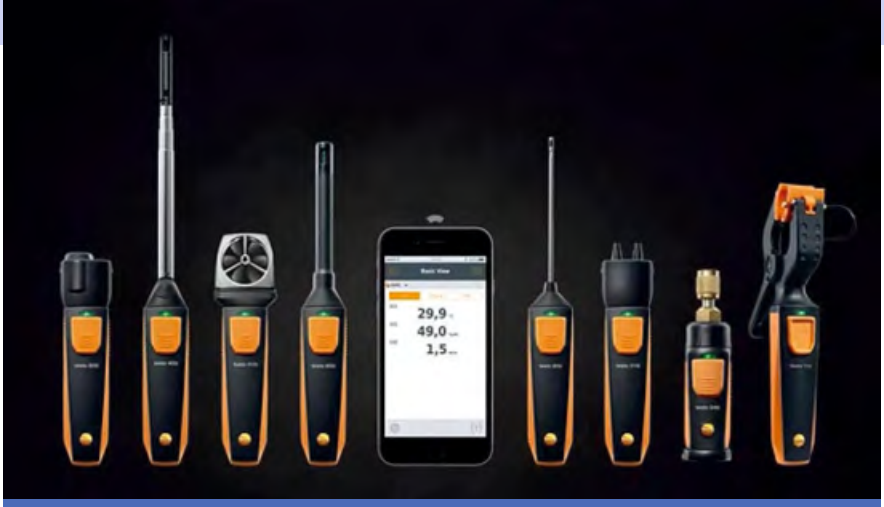
Компания «Бош Термотехника» вывела на российский рынок новейший комнатный регулятор-термостат Buderus Logamatic TC100. Данное устройство предоставляет возможность управления отопительной системой удалённо через Интернет или мобильные сети. Для этого используется мобильное приложение Buderus Easy Control. Вместо кнопочного интерфейса TC100 оснащён сенсорной панелью. Регулятор может работать с широким спектром моделей котлов Bosch, использующих протокол EMS. Удалённые коммуникации осуществляются через беспроводные сети Wi-Fi, для чего квартира или дом должны быть оснащены Wi-Fi-роутером. В управлении отопительной системой могут участвовать до восьми планшетов и мобильных телефонов одновременно. Регулятор Buderus Logamatic TC100 также оснащён функциями оптимизации работы котла, термической дезинфекции, определения присутствия жильцов, особым режимом «отпуск», душевым таймером и датчиком комнатной температуры. Дополнительные возможности для снижения расхода газа предоставляет аналитический блок устройства, хранящий статистику потребления газа и отображающий её в графическом формате.



**Uponor**

# Uponor на контроле качества воды

Корпорация Uponor приобрела контрольный пакет акций финской стартап-компании NWater Oy, разработавшей революционную технологию для контроля качества воды через Интернет. В основе уникальной разработки — датчики, которые в режиме реального времени помогают обнаружить в воде частицы и микробы и измерить их количество. Это позволяет непрерывно получать информацию о качестве воды и оперативные сведения об изменениях в системах коммуникаций. Технология NWater идеально подходит для применения в секторе коммунального водоснабжения, однако она также перспективна для использования в промышленном и жилищном секторах. Uponor планирует продолжить дальнейшую разработку этой технологии и выполнить её интеграцию с иными продуктами компании, которые используются в секторе строительных решений и решений для инфраструктурных объектов. Дальнейшие работы по разработке будут выполняться совместно с существующим научно-исследовательским подразделением Uponor.




**Testo AG**

# «Тэсто Рус» презентует новинки на выставке Aqua-Therm Moscow

На выставке Aqua-Therm Moscow 2016 компания «Тэсто Рус» презентовала линейку testo Smart Probes — серию компактных смарт-зондов, передающих данные изменений на ваш смартфон или планшет по Bluetooth. Благодаря мобильному приложению в любой момент становится возможным не только просмотреть задокументированные данные измерений, но и отправить по e-mail отчёт, подготовленный вами с помощью этого же мобильного приложения. Отчёт можно дополнить фото с объекта измерения. Линейка testo Smart Probes представлена восемью моделями для измерения различных параметров. Кроме того, Testo предлагает три различных комплекта — для систем отопления, вентиляции и холодильных систем. Комплект для систем отопления включает: зонд-зажим для труб testo 115i для измерения температуры подающей и обратной линий трубопровода; зонд-манометр дифференциального давления testo 510i для измерения давления газа; зонд-ИК-термометр для бесконтактного измерения поверхностной температуры; удобный кейс для переноски. В мобильное приложение уже заложены необходимые режимы измерений и, например, режим для проведения теста на падение давления с сигналом тревоги.

**Carrier**

# Новые крышные кондиционеры Carrier 50TCM и 50TJM

С февраля 2016 года AHI Carrier начинает поставку в Россию новых крышных кондиционеров. Мощные эффективные «крышники» Carrier серий 50TCM и 50TJM имеют холодопроизводительность 19,5–88,5 кВт. Кондиционеры соответствуют американскому стандарту ASHRAE по значениям энергоэффективности EER (до 12,5). Оснащены электронагревателями и двумя спиральными компрессорами. Разработанная Carrier конструкция блока облегчает обслуживание кондиционера: снятие боковой панели даёт доступ к вентилятору, двигателю, блоку управления и компрессору. Крышные кондиционеры серий 50TCM и 50TJM изготавливаются в различных модификациях: с медными, алюминиевыми и окрашенными теплообменниками, в антикоррозионном исполнении, с вентиляторами требуемой мощности и расхода воздуха. Крышный кондиционер можно подключить к существующему широкополосному (скоростному) оборудованию без применения сложных адаптеров и шлюзов, используя контроллер RTU Open. Это новый контроллер поддерживает четыре самых распространённых протокола систем автоматизации зданий (BACnet, Modbus, Johnson N2 и LonWorks).

**Viega**

# Пресс-штуцер Viega Megapress

Монтаж деталей в имеющуюся трубопроводную систему (например, термометров, датчиков температуры и манометров) до сих пор требовал трудоёмких работ и был связан со значительными рисками и неприятностями для эксплуатирующей организации. Теперь, благодаря пресс-штуцеру Viega Megapress, полное опорожнение системы, вскрытие трубопровода, устранение остаточного потока воды, опасность пожара из-за сварочных работ и значительные затраты вследствие остановки системы стали уделом прошлого.

Монтажнику потребуется только дрель, пресс-инструмент Viega и новый комплект инструментов, которые позволяют установить фитинг Megapress в существующий трубопровод. На соединение уходит всего две минуты. Систему можно вновь использовать сразу же после опрессовки. Пресс-штуцер поставляется для стальных труб стандарта DIN EN 10220/10255 диаметром 1½″, 2″, 2½″, 3″, 4″, 5″ и 6″. Он оснащён внутренней резьбой ¾″. Дополнительно имеется переходник на внутреннюю резьбу ½″. Благодаря компактной конструкции пресс-соединения Megapress возможна установка нескольких врезок рядом или друг над другом.

LG Electronics

# LG переходит на новейшие инверторные технологии

LG Electronics полностью сконцентрируется на внедрении новейших инверторных технологий для укрепления лидерских позиций в области бытового кондиционирования. В последние годы стала заметна тенденция отказа от стандартных сплит-систем в пользу инверторных технологий. Это связано в первую очередь с тем, что они потребляют значительно меньше электроэнергии — по результатам исследований, экономия составляет до 60% по сравнению со стандартными системами. В результате внедрения сберегающих технологий и использования износостойких материалов при производстве агрегатов срок службы кондиционеров значительно увеличивается. Отсутствие пусковых токов и более точное поддержание заданной температуры в помещении — ещё два фактора в пользу инверторной технологии.

«Бош Термотехника»

# Старт продаж регуляторов отопления Bosch NSC

Компания «Бош Термотехника» готовится к выводу на российский рынок линейки инновационных регуляторов отопления New System Controls. Она включает в себя четыре модели: CR10, CR100, CW100 и CW400, позволяющих осуществлять тонкую настройку отопительных систем на основе котлов Bosch. CR10 — это простой комнатный регулятор, управляющий системой отопления путём изменения температуры подающей линии теплоносителя. Регулятор CR100 обладает большим набором важных функций для создания комфорта: временная программа с настройкой шести контрольных точек, два настраиваемых температурных уровня, защита от замерзания и регулирование температуры теплоносителя с оптимизацией времени работы насоса. CW100 — контроллер погодозависимого управления температуры помещения. CW400 — интеллектуальный погодозависимый контроллер, который позволяет управлять самыми сложными системами отопления, состоящими из четырёх отопительных контуров и двух контуров подготовки горячей воды. Контроллеры и модули призваны прийти на смену предыдущему поколению систем управления Bosch.

Qundis

# Новые продукты в линейке Qundis

В начале 2016 года компания Qundis GmbH выпустила два новых продукта — распределитель Q caloric AMR+WB и квартирный теплосчётчик Q heat COM. Распределитель Q caloric AMR+WB — это комбинированный распределитель с расширенными возможностями передачи данных. Q caloric AMR+WB одновременно поддерживает две радиосистемы — стационарную систему AMR и мобильную систему Walk-By (WB). Использование модуляции C-mode позволило вдвое увеличить радиус действия встроенного радиомодуля. Это в несколько раз снижает количество сетевых узлов, что позволяет уменьшить капитальные затраты. Q caloric AMR+WB совместим со старыми и новыми компонентами систем. Особенностью теплосчётчика Q heat COM является наличие встроенного M-Bus модуля и входа для двух приборов учёта с импульсным выходом. Таким образом, вы можете подключить два водосчётчика к системе диспетчеризации, используя один встроенный M-Bus модуль от теплосчётчика. Это существенно снижает расходы на организацию системы диспетчеризации. Теплосчётчик Q heat выпускается для трёх стандартных расходов теплоносителя — 0,6; 1,5 и 2,5 м³/ч.

**Wolf**

# Новые интерфейсные модули ISM7i и ISM7e

Для удалённого управления и мониторинга оборудования компания Wolf выводит на рынок новые интерфейсные модули ISM7i и ISM7e. С помощью интерфейсного модуля ISM7 можно виртуализировать текущие состояния, измеренные значения и параметры WRS, а также выполнять различные настройки. Модуль ISM7 предлагается в двух вариантах. Вариант ISM7i предназначен для установки в теплогенератор. Вариант ISM7e предназначен для монтажа за пределами теплогенератора и поставляется с корпусом, который также подходит для настенного монтажа. Интерфейсный модуль ISM7 можно подключить к имеющейся сети через сетевой кабель (LAN) или без использования кабеля (WLAN), через Wi-Fi. Для надёжной связи через Интернет интерфейсный модуль ISM7 соединяется с имеющимся DSL-маршрутизатором, через который устанавливается безопасное соединение с сервером портала Wolf. Если доступ к WRS должен осуществляться только локально в домашней сети, интернет-соединение не требуется. Для управления в домашней сети используется мобильное приложение для смартфонов Wolf Smartset или компьютерное приложение Smartset для Windows.

**Neoclima**

# Новая бытовая инверторная сплит-система

Компания Neoclima в 2016 году выпускает абсолютно новую инверторную бытовую сплит-систему серии Juko. Корпус внутреннего блока имеет новую конструкцию лицевой панели с тремя входными диффузорами. Их расположение и пропускная способность обеспечивает новое перераспределение входящего и выходящего потоков. До 80% воздуха поступает в блок через верхний диффузор, за счёт этого звук работы кондиционера практически неразличим человеческим ухом даже в режиме повышенной мощности. Автоматическое объёмное распределение воздуха 3D-Flow позволяет воздушному потоку плавно перемещаться в трёхмерном пространстве комнаты, обеспечивая максимально ровный температурный фон. Четырёхскоростной вентилятор внутреннего блока позволяет выбрать необходимую скорость потока и, таким образом, расширить диапазон комфорта. Новинка оснащена Moon-дисплеем, ионизатором, функцией I Feel, угольным фильтром, имеет индикатор целевой температуры на внутреннем блоке, автоочистку теплообменника внутреннего блока, таймер включения/выключения, режимы работы: охлаждение/обогрев/осушение/вентиляция. Класс энергоэффективности новой инверторной бытовой сплит-системы серии Juko — A.

**Giacomini**

# Новинки в модельном ряду коллекторов Giacomini

Компания Giacomini представила новую серию коллекторов R583, которая относится к типу сборных коллекторов, выпускаемых блоками на два и три отвода и соединяемых между собой для получения коллекторов необходимой длины. Модель R583D снабжена отсечными балансировочными клапанами для регулирования шестигранным ключом. Модель R583V имеет регулировочные вентили с пластиковой рукояткой, которая может быть снята для установки сервопривода автоматического управления клапаном. Коллекторы серии R583 отличаются высокими показателями расхода и широким диапазоном регулировки, что позволяет применять их для распределения в радиаторных и напольных системах отопления. Обновился модельный ряд сборных коллекторов Giacomini R580C и R585C. Новая серия имеет более компактное исполнение, что вследствие меньшей материалоёмкости позволяет снизить стоимость этих изделий.

На правах рекламы.

WOLF
Энергосберегающие системы
ОТОПИТЕЛЬНОЕ И ВЕНТИЛЯЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ИЗ ГЕРМАНИИ

телефон горячей линии (бесплатно):
8 – 800 – 100 – 21 – 21
www.wolfrus.ru

**Panasonic**

## Panasonic планирует выпустить кондиционеры на хладагенте R32 в Европе

Заботясь о глобальной экологии, японская корпорация Panasonic собирается вывести на европейский рынок системы кондиционирования, работающие на хладагенте R32 с пониженным потенциалом глобального потепления (GWP). Производитель уже представил серию HZ, заправленную R32, на рынке Северной Европы в сентябре 2015 года, и рассчитывает выпустить новые модели кондиционеров на хладагенте R32 на остальной части европейского континента в течение ближайших месяцев. По мнению британско-американского издания Cooling Post, это может произойти уже в апреле в Великобритании. Помимо презентаций новой продукции, Panasonic планирует провести углублённую программу обучения и информационную кампанию по хладагенту R32 с целью содействия дистрибьюторам и монтажным организациям в полном освоении новой технологии.

## Финская энергетическая компания «Фортум» присоединилась к РАВИ

Российская ассоциация ветроиндустрии сообщила о том, что финская энергетическая компания «Фортум» в лице своего российского предприятия ОАО «Фортум» — одного из крупнейших участников российского энергетического рынка — приняла решение о вступлении в члены РАВИ. Мотивом для такого решения послужило намерение компании развивать строительство ветропарков в России, первым из которых будет ветропарк мощностью 35 МВт в Ульяновской области. РАВИ оказывает содействие новому члену ассоциации в поиске и найме специалистов, имеющих опыт строительства ветропарков, а также в установлении контактов и посещении промышленных предприятий, способных производить компоненты для ветрогенераторов.

**KSB AG**

## KSB обновляет серию самовсасывающих центробежных насосов Etaprime

В январе 2016 года концерн KSB обновил серию самовсасывающих центробежных насосов Etaprime. Обновлённая серия Etaprime представлена 28 типоразмерами, насосы могут оснащаться двух- или четырёхполюсными двигателями класса IE3. Агрегаты выпускаются в компактном моноблочном исполнении (Etaprime B) или в классической версии на опорной плите (Etaprime L). Все новые типоразмеры полностью совместимы с агрегатами предыдущих поколений. По материальному исполнению насосы Etaprime могут быть

как из серого чугуна, так и из нержавеющей стали, что делает область их применения значительно шире, чем просто водоснабжение.

**«ССТ»**

## Новый термо-регулятор от компани «ССТ»

Компания «Специальные системы и технологии» представила свою новую разработку — терморегулятор MCS 350. Новинка разработана с учётом современных трендов в области систем домашнего комфорта: управление с мобильных устройств, эффективное использование энергии и возможность ручного управления с сенсорного дисплея. Используя терморегулятор и мобильное приложение MCS 350 можно управлять различными системами обогрева: электрическими и водяными тёплыми полами, нагревательными котлами, радиаторами. Управление водяными тёплыми полами осуществляется при использовании термоголовки нормально закрытого типа с управлением 220 В. Программирование работы систем обогрева по нескольким сценариям позволяет снизить потребление электроэнергии до 70 %.

## Danfoss расширяет производство компонентов для российского ЖКХ

В конце 2015 года на подмосковном заводе компании «Данфосс» — ведущего мирового производителя энергоэффективного оборудования — завершилась модернизация сборочных линий балансировочных клапанов и радиаторных терморегуляторов для систем отопления зданий, в результате чего увеличен выпуск ручных и автоматических балансировочных клапанов серий USV и ASV дополнительно до 7500 единиц в месяц.

Кроме того, модернизации подверглась линия сборки клапанов радиаторных терморегуляторов STV, которые устанавливаются на стальных конвекторах, выпускаемых отечественными производителями. Модернизация является частью стратегического плана по увеличению доли локализации компании, на сегодня составляющей уже 40 %.

**Global**

# Компания Global создала радиаторы серии VOX Extra

Компания Global специально для российского рынка создала облегчённые алюминиевые радиаторы серии VOX Extra. В результате длительных исследований и использования новейших технологий проектирования в данной модели удалось получить оптимальное соотношение веса и теплоотдачи. Благодаря особой конструкции рёбер радиаторы обеспечивают улучшенную циркуляцию воздуха, что повышает их энергоэффективность. Алюминиевые радиаторы Global обладают малой тепловой инертностью, что позволяет динамично регулировать температурный режим в отапливаемых помещениях и заметно экономить энергозатраты без ущерба для комфорта. Высокая теплоотдача алюминия, используемого в VOX Extra, позволяет добиваться нужной температуры в помещениях при помощи более компактных радиаторов. Использование высококачественного алюминия гарантирует повышенную прочность и надёжность изделий. Дополнительную защиту им обеспечивает стойкое двойное покрытие, нанесённое методом анафореза, и последующее напыление эпоксидной эмали.

**«Благовест»**

# Вентилятор PAX Norte

Компания «Благовест» представила бытовой вентилятор PAX Norte, который был разработан и изготовлен в Швеции. Вентилятор оснащён датчиком света, датчиком влажности, таймером, регулятором плавной регулировки скорости — максимально 100 м$^3$/25 Па. Шумопроизводительность на минимальной скорости 17 дБ(А), экономичный двигатель типа DC (4 Вт) — в этом вентиляторе есть всё, что можно пожелать, и даже больше! Он единственный в России имеет возможность управления посредством приложения, подключается к мобильному устройству по Bluetooth. Скачав PAX-приложение для iOS или Android, вы можете воспользоваться выбором дополнительных функций, например, умным календарём, который поможет вам активировать PAX Norte в соответствии с необходимым графиком работы на каждый день. Режим «Турбо», функция проветривания, функция «Постоянный поток» или возможность просто использовать вентилятор в качестве распределителя тёплого воздуха.

**Daichi**

# Новый настенный кондиционер Kentatsu Mark II

В модельном ряду Mark II представлены как кондиционеры постоянной производительности (KSGMA_HFA, 2,05–7,91 кВт), так и инверторные модели (KSGMA_HZA, 2,64–7,03 кВт). Инверторные модели очень экономичны, относятся к классу энергоэффективности A++. Параметры работы отображаются на современном светящемся дисплее скрытого типа. Каталитический фильтр с оксидом титана эффективно очищает воздух от микроорганизмов и запахов. Активация функции «Комфортный сон» не допускает переохлаждения или перегрева человека во время отдыха. Благодаря функции температурной компенсации сводится к минимуму разница температур воздуха в верхней и нижней зонах помещения. Пользователь имеет возможность задать предпочтительное положение заслонки. Локальный микроклимат может создаваться в зоне нахождения пульта дистанционного управления. Инверторная модель KSGMA_HZA имеет широкий диапазон рабочих температур наружного воздуха: –15...+50 °C при охлаждении и –15...+30 °C при обогреве.


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

125040, Москва, 3-я ул. Ямского Поля, д. 28

# Преимущества строительства пассивного дома в Великобритании

Британский архитектор Колин Ушер, директор компании John McCall Architects, разработал для своей семьи энергосберегающий дом, снабжённый в числе прочего солнечными панелями. В результате здание получилось настолько энергетически эффективным, что платить за электричество хозяевам приходится всего по $2 в месяц. Учитывается вся энергия, используемая для отопления, освещения, подогрева воды и готовки. В местной валюте это получается менее £15 в год. Следует учесть, что оборудованный солнечными панелями дом находится не где-нибудь в солнечной Калифорнии, а в городке Уэст Кирби в графстве Мерсисайд в северо-западной Англии.

Бетонные стены, тройные стекла в окнах, правильное расположение по отношению к сторонам света, динамическое отопление при помощи теплового насоса и солнечные панели на крыше позволяют дому эффективно сохранять полученное тепло и получать необходимую энергию из возобновляемых источников. В год дом потребляет 3453 кВт·ч, из них 3338 кВт·ч солнечной энергии.

**Vaillant Group**

## Новый магазин Vaillant на Кубани

Развивается программа открытия розничных торговых точек Vaillant. В Новороссийске в магазине ОАО «Краснодар Газ-Сервис» открылась секция оборудования двух европейских брендов отопительной техники: Vaillant и Protherm.

На торжественном мероприятии в Новороссийске присутствовал г-н Виталий Бут, начальник Новороссийского эксплуатационного газового участка АО «Газпром газораспределение Краснодар». Вместе с Сергеем Маньшиным, региональным представителем Vaillant в Краснодаре, он перерезал символическую красную ленточку. Также на открытии секции присутствовали представители компаний «Краснодар Газ-Сервис» и «Вайлант Груп Рус». В магазине сразу же была проведена презентация газовых котлов марок Vaillant и Protherm. Торжественное открытие секции состоялось 15 декабря 2015 года по адресу: город Новороссийск, ул. Победы, дом 16. На открытие магазина были приглашены клиенты фирмы, монтажники, проектировщики и представители строительных компаний.

*«Сегодня в Новороссийске появилось место, где в уютной атмосфере мы сможем показать клиентам высококачественное немецкое оборудование, рассказать им о его возможностях и преимуществах. Мы убеждены, что клиенты смогут подобрать здесь отопительную технику на любой вкус»,* — сказал собравшимся г-н В. Бут.

Секция (а по сути — шоу-рум в рамках магазина) премиального отопительного оборудования ориентирована в первую очередь на конечного потребителя. Здесь можно выбрать немецкое отопительное оборудование Vaillant и котлы Protherm (которые выпускаются в Словакии), а также необходимые принадлежности и аксессуары для системы отопления. Компания «Краснодар Газ-Сервис» стала официальным дилером продукции этих двух популярных брендов.

**Uponor**

## Кейс «Московская соборная мечеть»

В 2005 году было принято решение о крупномасштабной реконструкции Московской соборной мечети с целью увеличения площади и реновации здания с использованием современных строительных технологий. Так как во время молитв люди сидят на полу, было принято решение использовать систему напольного отопления Uponor и систему автоматического регулирования температуры DEM для обеспечения комфорта в залах мечети. При устройстве системы водяного напольного отопления было использовано 25 км труб из сшитого полиэтилена PE-Xa диаметром от 16×2,0 до 40×3,7 мм. Данные трубы обладают отличной гибкостью, высокой механической прочностью и имеют антикоррозионное покрытие. Благодаря отсутствию видимых коммуникаций система напольного отопления не нарушила дизайн и позволила сохранить уникальность и архитектурный стиль старой соборной мечети. Напольное отопление устроено по классической схеме, когда трубы крепятся к арматурной сетке, а затем заливается стяжка. Раскладка трубопроводов выполнена «спиралью» для наилучшего распределения температуры на поверхности пола.

**«Белая Гвардия»**

## Новый модельный ряд чиллеров Dantex малой производительности DN-16CV/SA

Dantex расширяет линейку промышленного оборудования и сообщает о запуске в производство новой серии чиллеров малой производительности DN-16CV/SA. Инверторные чиллеры малой производительности с воздушным охлаждением имеют унифицированную конструкцию со встроенным гидравлическим модулем. Новая серия чиллеров с тепловым насосом оснащена воздушным охлаждением конденсатора, поэтому нет необходимости в подключении его к градирне с охлаждаемой водой на стороне конденсатора. Чиллеры этой серии имеют широкий диапазон холодопроизводительности — от 5 до 15,5 кВт — и могут использоваться с фанкойлами, радиаторами отопления и тёплыми полами. Все агрегаты из модельного ряда имеют класс энергоэффективности А+.

**Uni-Fitt**

## Расширение серии насосно-смесительных групп Uni-Fitt

Серия насосно-смесительных групп Uni-Fitt дополнилась новой моделью — насосно-смесительной группой Multimix (производство Германия). Группа предназначена для поддержания постоянной температуры подачи в низкотемпературных системах отопления (тёплый пол). Multimix применяется в двухконтурных системах отопления, в которых высокотемпературное отопление (например, радиаторное) совмещено с низкотемпературным (тёплый пол). Насосно-смесительная группа Multimix Uni-Fitt универсальна, может монтироваться с любой стороны коллекторной группы (с межосевым расстоянием коллекторов 210 мм) и с подачей в верхний или нижний коллектор. Насосно-смесительная группа Multimix представлена в комплектации с установленным насосом Wilo RS25/6 (монтажная длина насоса 130 мм).

**Climaveneta**

## Accurate 2.0: больше гибкости для повышения эффективности

Компания Climaveneta запускает новый модельный ряд кондиционеров на охлаждённой воде Accurate 2.0 для холодоснабжения центров обработки данных (ЦОД). Во всём ряду Accurate 2.0 Climaveneta постаралась использовать высокоэффективные компоненты, как теплообменники, так и вентиляторные секции. В первую очередь теплообменники были тщательно переработаны для работы с очень высокими температурами теплоносителя. Сохраняя ту же высоту и длину внешнего корпуса, площадь поверхности была увеличена, тем самым обеспечивая лучшую производительность и очень низкие потери давления. Что касается вентиляторов, то Accurate 2.0 оснащены EC PUL вентиляторами из полимерных ультралёгких материалов, что способствует более точному управлению воздушным потоком и снижению потребляемой мощности до 25%. Основным новшеством является представление модификации Expanded с двумя независимыми модулями — один (для теплообменников) располагается над фальшполом, а другой (с вентиляторной секцией) обычно располагается под фальшполом.

На правах рекламы.

ZOTA
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СОЗДАЕТ КАЧЕСТВО
MAGNA
ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ КОТЛЫ

15-100 кВт линейка мощности
до 57 часов работа на одной закладке
ZOTA GSM модуль GSM
ЗАВОД ОТОПИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИКИ
Красноярск. ул. Калинина, 53А
(391)247-77-77
www.zota.ru

# Максим Шахов: В будущее смотрим с оптимизмом

В рамках выставки Aqua-Therm Moscow 2016 состоялся пресс-брифинг с генеральным директором ООО «Вайлант Груп Рус» Максимом ШАХОВЫМ. В своей речи он осветил результаты работы компании за 2015 год и ответил на вопросы представителей отраслевых СМИ.

Год был непростой. Наша индустрия и наш сегмент рынка впервые за много лет пережили серьёзное снижение. Однако в прошедшем году нам удалось совершить очень важное — с исключительно импортным портфелем продукции без локального производства мы смогли увеличить долю рынка, что очень непросто в условиях, когда импортный товар полностью привязан к курсу евро. И нам это удалось по двум причинам.

Первое — это, конечно же, вложения в маркетинг, в рекламу наших брендов. Дело в том, что в кризис бренды приобретают особое значение. Мы понимаем, что в сложной экономической ситуации стало модным покупать дешёвое, пытаться сэкономить. При этом, стремясь где-то сэкономить, потребители стали «умножадными», выбирая сложную технику, и они приобретают то, в чём уверены, чтобы потом не испытывать сожаления от неправильно сделанного выбора. И мне кажется, эту мысль удалось донести до наших потребителей.

Второе — мы продолжили вкладывать деньги в развитие нашей команды отдела продаж и поддержку наших партнёров, о чём свидетельствуют успехи компании в регионах. И самое главное — мы создали задел на 2016 год. Компания вышла на рынок с огромным количеством новых продуктов, так как обновилась практически вся линейка Vaillant и Protherm — новые модели, новый дизайн, новая функциональность, новое качество. Причём никакой революции не произошло — просто то, что было, стало ещё лучше.

Также мы вывели на рынок новую систему вентиляции с рекуперацией тепла, тепловые насосы, солнечные коллекторы,

**Первое — это вложения в маркетинг, в рекламу наших брендов. Второе — мы продолжили вкладывать деньги в развитие нашей команды отдела продаж и поддержку наших партнёров, о чём свидетельствуют успехи компании в регионах. И главное — мы создали задел на 2016 год. Компания вышла с огромным количеством новых продуктов, обновив практически всю линейку Vaillant и Protherm — новые модели, новый дизайн, новые функциональность и качество**

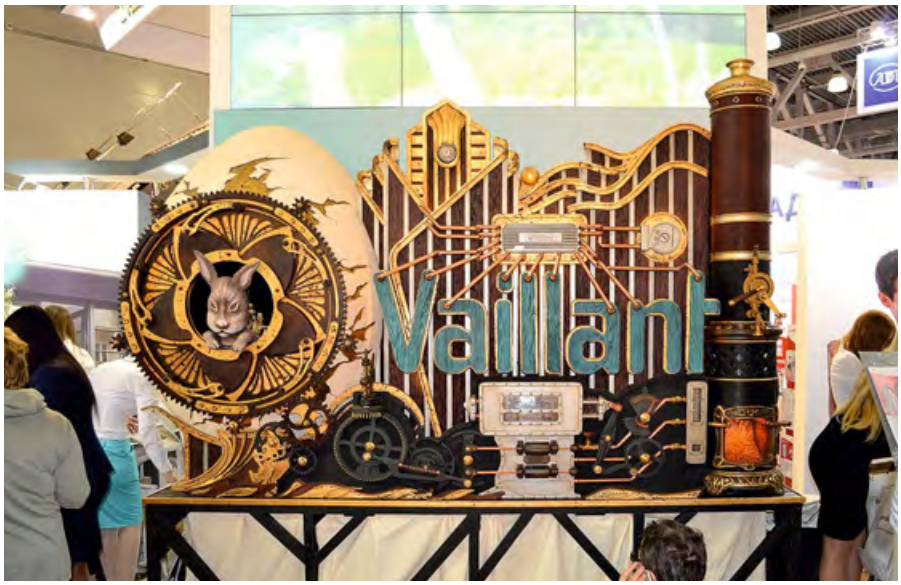
Генеральный директор компании ООО «Вайлант Груп Рус» Максим Шахов

**М.Ш.:** Что касается антикризисных предложений — действительно, в кризис люди готовы отказываться от многих супер-функций, но не готовы отказываться от качества и бренда. Поэтому в рамках наших торговых марок — Vaillant и Protherm — мы подумали о том, чтобы вывести на рынок аппараты, которые имеют меньший функционал, но при этом обеспечивают то же качество, которые потребители знают и ценят в наших марках. То есть ни в коем случае нет никакого компромисса с качественными показателями — только за счёт отказа от каких-то функциональных особенностей, которые не слишком нужны. Если говорить про Protherm, то такие продукты уже запущены на рынок с прошлого года.

полностью новое поколение контроллеров Vaillant multiMATIC 700. Это абсолютно новое электронное устройство, которое совершенно меняет философию того, как взаимодействуют между собой отдельные компоненты системы отопления.

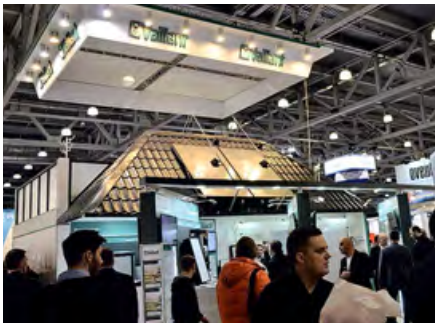
В 2015 году сильно обесценился рубль. Но с каждым кризисом обязательно приходит подъём. По-другому не бывает. Даже самые тяжёлые кризисы, такие, как Великая депрессия, заканчиваются. Я вижу предпосылки роста в нашей экономике и надеюсь, что уже к концу 2016 года мы увидим, как рынок начнёт расти.

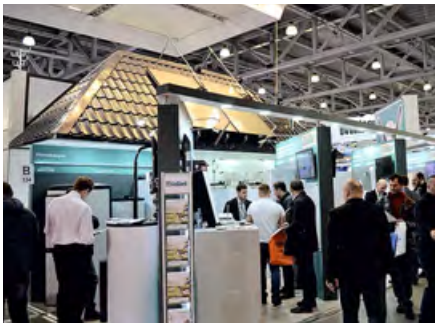
**Представляете ли вы на выставке Aqua-Therm такое оборудование, которое в непростой экономической ситуации позволит повысить доход вашей компании и ваших партнёров?**




Изюминка выставки Aqua-Therm Moscow 2016 — кинематический логотип Vaillant

Максим Шахов с авторами кинематического логотипа Vaillant





Это семейства «Рысь» и «Ягуар», которые успели хорошо себя зарекомендовать. Если говорить про Vaillant, то на рынок выводится «антикризисный продукт» — новая экономичная линейка конденсационных котлов Vaillant. Также в этом году мы будем продвигать линейку конденсационных котлов Protherm.

**Если бы сейчас здесь присутствовали ваши партнёры, что бы вы им сказали?**

**М.Ш.:** Во-первых, очень важно то, что у нас есть стабильность в отношении с партнёрами. Большинство из них с нами уже многие-многие годы. Мы ценим своих партнёров, поддерживаем их и готовы совместно решать любые возникающие проблемы. Второе, Россия — огромная страна, у нас очень много регионов. Из-за этого получается очень длинная цепочка продаж. Мы продаём дистрибьюторам, те продают частным магазинам, магазины продают монтажникам, монтажники продают конечным пользователям. Вот длина этой цепочки и есть проблема, так как рынок сегодня часто не готов платить за всю эту цепочку. И, чтобы предотвратить ценовые войны, мы выстроили для наших партнёров систему мотивации и помогаем им маркетинговой поддержкой, созданием шоу-румов, бонусными программами. И я считаю, что у нас это получается.

**Какие вы применяете финансовые схемы, поддерживающие и стимулирующие продажи в этой непростой ситуации? Может быть, это внебюджетные схемы энергосервиса или программы льготного кредитования?**

Директор Департамента обучения «Вайлант Груп Рус» Евгений Сотниченко

Директор по маркетингу и развитию бизнеса «Вайлант Груп Рус» Андрей Назарихин

**М.Ш.:** Для нас это интересная тема. Мы занимались ей в 2014 году, когда выступали в качестве инвестора. И, в общем-то, за свои деньги перевели в рамках энергосервисного контракта достаточно большое количество жилья в районах Нижегородской области. К сожалению, реализовав эту программу, мы столкнулись с целым рядом проблем. Во-первых, мы не смогли получить льготного финансирования. Во-вторых, конечно же, на этот момент началось колоссальное обесценивание рубля. Ну и, в-третьих, проблема, которую мы увидели, — это очень большие неплатежи от населения. Мы видим огромное количество энергосервисных проектов и готовы в них участвовать. Однако без понимания со стороны государства это дело с места не сдвинется. Оно должно помогать, как минимум, при работе с населением, давать какие-то опре-

делённые гарантии, предоставлять льготное кредитование. Это очень важная тема. Мы все знаем, что наша коммунальная инфраструктура сильно изношена — об этом буквально кричат все новости. Назрела большая потребность её реформирования. Денег в бюджете, как мы знаем, на эти нужды нет. Мы их, честно говоря, и не просим — мы хотим только содействия и определённой поддержки.

**:: Планируете ли вы разместить производство где-то на территории России?**

**М.Ш.:** Я всегда был сторонником производства в России. У нас три года шла подготовка к этому проекту. Я лично был вовлечён в подсчёты. Считали всё до копейки: логистика, таможня, поставки, склады, производство, завоз оборудования и др. К сожалению, экономическая составляющая этого даже не нулевая — она негативная. На сегодняшний день мы этот проект приостановили, однако готовы вернуться к его рассмотрению, потому что ситуация меняется. То есть, как я уже сказал, на сегодня проект не состоялся, потому что экономически был нецелесообразен. Но мы видим, что условия меняются, и они меняются в позитивную сторону. Новое производство создать не так сложно — вложил 10–15 миллионов и создал. Но, вообще, конечно, это не путь немецких компаний со 140-летней историей. Для такой компании, как Vaillant, это не шаг. То есть, это шаг, который имеет гораздо меньше веса, чем кропотливая работа по выстраиванию цепочки вокруг потребителя и работа с удовлетворением его спроса и потребностей.

**:: Какие изменения вы ожидаете в 2016 году как руководитель крупной бизнес-структуры?**

**М.Ш.:** Неблагодарное дело — давать прогнозы *(смеётся)*. Лично я, не как руководитель крупной бизнес-структуры, а как индивидуум, ожидаю, что первая половина года будет непростая. Но, думаю, что к середине года определённые ростки, которые я сейчас наблюдаю, дадут всходы. Мне кажется, будет легче. Нам должно повезти и с тем, что, наверное, всё-таки отменят санкции. Во всяком случае, в Германии очень активно говорят о том, что финансовые санкции необходимо снять. Огромное количество разговоров на эту тему идёт и в немецких средствах массовой информации. Если не случится никакого глобального катаклизма, то, очевидно, к середине года внешняя обстановка существенно изменится в лучшую сторону. Если она сейчас играет против нас, то, думаю, к концу года экономика на нашем рынке начнёт выправляться. В будущее мы смотрим с оптимизмом.

:: Бренд-менеджер Protherm Светлана Понаревская

# Конференция С.О.К. по тепловым насосам

В рамках деловой программы Aqua-Therm Moscow 2016 прошла конференция «Тепловые насосы большой мощности: внедрение и эксплуатация». Организаторами конференции выступили журнал С.О.К. и компании ITE и Reed Exhibitions. По данным электронного контроля, мероприятие посетили 167 специалистов (что превысило вместимость зала), задействованных в сегменте теплонасосного оборудования.

Во вступительном слове ведущий мероприятия главный редактор журнала С.О.К. Александр Гудко напомнил, что 5 января 2016 года Президент РФ В. В. Путин подписал Указ о проведении в 2017 году в России Года экологии. Целью проведения Года экологии является привлечение внимания общества к вопросам экологического развития России, а также обеспечения экологической безопасности.

При этом глобальное изменение климата, рост числа населения Земли, необходимость энергосбережения и прочие факторы вынуждают людей применять новые технологии производства тепловой и электрической энергии. Кроме того, мир активно входит в новую эпоху — кардинальные изменения претерпевает мировая энергетика, и мы наблюдаем быстрый рост использования ВИЭ.

Тепловые насосы являются одним из наиболее экологичных элементов в энергетике и при этом способны стать одним из основных поставщиков теплоты и холода, как для промышленных предприятий, так и для других объектов, в том числе для структур ЖКХ. Для более широкого распространения тепловых насосов большой мощности необходимо, в частности, выработать пути минимизации сроков окупаемости подобных проектов на основе методов системного подхода. Отправной точкой мероприятия стало понимание, что для того, чтобы кардинально изменить ситуацию на рынке теплонасосного оборудования, нужно изначально ответить на ряд важных вопросов. И, только получив ответы на них, можно составить документы, которые позволят на разных уровнях лоббировать интересы производителей и установщиков теплонасосной техники. Такие ответы и пытались дать докладчики в рамках мероприятия. Ниже мы приводим некоторые из них.

**Множество факторов вынуждают людей применять новые технологии производства тепловой и электрической энергии**

Первый из вопросов: *«Что именно хотят изменить на рынке производители тепловых насосов большой мощности?»* Ответ: *«Производителям необходима помощь государства в создании рынка тепловых насосов за счёт модернизации государственных объектов и использования тепловых насосов в новом строительстве, где это возможно, а также утверждение выгодного тарифа на электроэнергию при установке тепловых насосов. Необходимо предоставить со стороны государства налоговые льготы или другие льготы для компаний, установивших тепловые насосы. Сделать процедуру получения этих льгот доступной и понятной. Также большим толчком будет предоставление кредитов с низкой процентной ставкой или выгодные условия лизинга».*

Второй вопрос: *«Что хотят изменить на рынке установщики теплонасосного оборудования?»* Эксперты говорят о том, что необходимо законодательное стимулирование установки тепловых насосов, а также требуется уделять бóльшее внимание подготовке специалистов в рассматриваемой области.

Ещё одно направление работы в рамках продвижения теплонасосной техники большой мощности — внесение изменений в нормативные документы, постановления. Кроме того, есть требования к региональным программам энергосбережения и в эти требования тоже нужно вносить поправки. Есть мнение,

что необходимо вносить изменения в план по замене дизельных и электрических котельных по регионам. На основе сводного плана регионов необходимо формирование рынка для производителей тепловых насосов и тепловых аккумуляторов.

Следующее направление — нужно дать представителям госструктур описание процентного соотношения тепловых насосов в общей потребляемой мощности в тех или иных типовых проектах, необходимы данные расчётов по сокращению городских, муниципальных и затрат из прочих из бюджетов при массовом внедрении типовых решений.

Также для формирования инициативных документов нужно перечислить регионы, где могут быть оптимально внедрены решения, использующие тепловые насосы большой мощности. Исходя из мнений докладчиков — это регионы с большим уровнем привозного топлива и высокой стоимостью его доставки, регионы, в которых есть водные объекты (крупные реки и озера, моря, большие объёмы грунтовых вод), южные регионы, где логична замена электрического нагрева воды тепловыми насосами и охлаждение ими зданий. Было высказана и стратегическая позиция, согласно которой тепловые насосы большой мощности могут быть внедрены везде, где имеется потребление электрической энергии как таковое и автоматически сбрасывается в атмосферу тепловая энергия.

Важный вопрос — окупаемость. По ряду данных, в случае больших тепловых насосов она может составить два-четыре года — по крайней мере, об этом говорит практика производителей и установщиков, доклады которых были заслушаны присутствовавшими.

По итогам мероприятия было принято решение о создании инициативной рабочей группы из представителей компаний-производителей теплонасосного оборудования, а также прочих фирм, так или иначе заинтересованных в развитии теплонасосного сегмента. По результатам конференции «Тепловые насосы большой мощности: внедрение и эксплуатация» уже в день её проведения состоялось обсуждение с представителями госструктур каналов и схем продвижения идей, высказанных участниками мероприятия.

Проведение следующей, IV Конференции по тепловым насосам запланировано на осень текущего года в рамках выставки «Котлы и горелки 2016», а именно — VI Международного конгресса «Энергосбережение и энергоэффективность — динамика развития», город Санкт-Петербург. В ходе мероприятия планируется дать информацию по результатам работы, проведённой по итогам нынешней конференции по тепловым насосам большой мощности.

Статьи, подготовленные докладчиками на основе своих выступлений, будут опубликованы в следующем (№3) номере журнала С.О.К.

Видеозапись конференции: часть 1

Видеозапись конференции: часть 2

Скачать/посмотреть доклады участников

СОБЫТИЕ

Фото: www.sro-ism.ru

# Пресс-завтрак Бош Термотехника на выставке Aqua-Therm Moscow 2016

Третьего февраля в рамках ежегодной выставки Aqua-Therm Moscow компания «Бош Термотехника» организовала пресс-завтрак. С представителями СМИ встретились Юрий НЕЧЕПАЕВ, генеральный директор ООО «Бош Термотехника», и Михаил ХОМКИН, руководитель отдела продукт-менеджмента компании.

Журналисты смогли оценить дизайн самого стенда, увидеть новинки Bosch и Buderus, а также узнать о планах и перспективах компании в ходе пресс-завтрака с руководством компании «Бош Термотехника». В своём выступлении Юрий Нечепаев подвёл итоги работы компании в 2015 году, оценив их как позитивные. Он отметил, что *«компании удалось достичь многих целей, которые она ставила перед собой, как в области продаж оборудования, так и в области открытия новых производств»*.

Особое внимание Юрий Нечепаев уделил достижениям производственного кластера компании в городе Энгельс Саратовской области. Генеральный директор рассказал об открытии завода по производству стальных радиаторов, а также о выходе на проектную мощность завода бытовых настенных и промышленных котлов. *«В прошлом году заводы по настенным котлам и промышленному оборудованию вышли на плановые мощности, и это вдвойне отрадно в свете того, что в целом ситуация на рынке была тяжёлой»*. Кроме того, Юрий Нечепаев рассказал об открытии завода стальных панельных радиаторов, отметив, что *«решение было правильным, так как это очень востребованный продукт в России»*.

Юрий Нечепаев также рассказал о планах компании на 2016 год. В этом году «Бош Термотехника» будет уделять повышенное внимание продажам котлов российского производства и продвижению конденсационных котлов с инновационными устройствами управления. Также «Бош Термотехника» выходит на российский рынок промышленных систем кондиционирования. *«У нас амбициозные планы на 2016 год. Мы планируем расти. В первую очередь за счёт продуктов, которые производятся в России, будем расширять продуктовую линейку, а также продвигать энергоэффективную технику и конденсационные котлы. Кроме того, мы открываем новое направление нашей деятельности — продажу систем кондиционирования, то есть будем предлагать нашим заказчикам комплексные решения»*, — сказал Юрий Нечепаев.

**В 2016 году «Бош Термотехника» уделит повышенное внимание продажам котлов российского производства и продвижению конденсационных котлов с инновационными устройствами управления, а также выйдет на российский рынок промышленных систем кондиционирования**

Фото: www.sro-ism.ru

Для реализации этой задачи в 2015 году было создано совместное предприятие с китайской компанией Midea, производителем систем кондиционирования. С января 2016 года коммерческие и промышленные системы кондиционирования уже продаются под брендом Bosch.

Михаил Хомкин, в свою очередь, рассказал о новинках оборудования Bosch и Buderus, представленных в этом году на выставке. Среди продуктовых новостей был упомянут запуск напольного котла GAZ 2500 F, разработанного специально для России. Журналистам также рассказали о внедрении глобальной продуктовой концепции «Готовы к будущему».

В её рамках для российского потребителя представлен конденсационный котёл Buderus Logamax plus GB172i, который, как предполагается, значительно укрепит позиции «Бош Термотехника» на рынке конденсационных котлов России.

Стенд компании «Бош Термотехника» был разделён на две части, в одной из которых было продемонстрировано оборудование бренда Buderus, а во второй — оборудование бренда Bosch. Несмотря на то, что обе части стенда отличались друг от друга по тематике, идеологии и дизайну, широкий спектр новинок отопительного оборудования был представлен под обеими марками.

В части бренда Buderus дизайн стенда был выполнен в космическом стиле, который отражал концепт развития продуктовой линейки конденсационного котла Logamax plus GB172i. Дизайн стенда со стороны бренда Bosch был исполнен в традиционных бело-красных тонах.

## Конденсационный котёл Logamax plus GB172i

Настенные конденсационные котлы Buderus Logamax plus GB172i представлены в диапазоне мощностей 30, 35 и 42 кВт. Отличительными особенностями котлов являются революционный дизайн, усовершенствованная конструкция теплообменника, высокий КПД — 109%, горелка с предварительным смешением и высокопроизводительный энергоэффективный насос. Модель удобна в обслуживании, способна работать в каскаде до четырёх котлов. Фронтальная панель котлов выполнена из особого титанового стекла Titanium Glass, обладающего высокой прочностью и легко поддающегося чистке, и представлена в двух цветах: чёрном или белом.

Настенный газовый конденсационный котёл Buderus серии Logamax plus GB172i

Настенный конвекционный котёл Bosch серии GAZ 6000 W

Используемый теплообменник WB5 изготовлен из алюминиевого сплава, обладает высокой эффективностью и долговечностью, легко поддаётся чистке и обслуживанию благодаря уникальной конструкции. Специальное нанопокрытие позволяет увеличить интервал чистки до пяти лет. Модель мощностью 30 кВт с маркировкой «К» оснащена пластинчатым теплообменником для подогрева воды и расширительным баком объёмом 12 л. Котлы способны работать на сжиженном газе. Переход на сжиженный газ не требует комплекта перенастройки и происходит с помощью поворота специальной регулирующей ручки внутри котла.

Под брендом Bosch были представлены напольный котёл GAZ 2500 F, настенный котёл GAZ 6000 W, промышленный водогрейный котёл российского производства UT-L, регуляторы отопления New System Controls, а также инновационный комнатный регулятор CT100.

## Настенный котёл GAZ 6000 W

Настенные конвекционные котлы серии Bosch GAZ 6000 W используются для ГВС и отопления квартир и жилых домов площадью до 350 м$^2$. Они адаптированы к российским условиям эксплуатации, стабильно работают при перепадах напряжения (165–240 В) и давления газа (9–17 мбар), обладают низким уровнем шума — менее 36 дБ(А) — и малыми габаритами. Выпускаются в модификациях 12, 18, 24 и 35 кВт. Линейка включает одно- и двухконтурные модели с закрытой камерой сгорания.

## Напольный котёл GAZ 2500 F

Линейка напольных газовых атмосферных котлов Bosch GAZ 2500 F представлена пятью моделями мощностью от 20 до 50 кВт. Ключевыми конкурентными преимуществами GAZ 2500 F являются современная система управления, возможность работы на пониженном давлении газа (от 5 мбар) и падении напряжения (от 176 В), высокий КПД — до 92%, а также горелка с модуляцией мощности. Срок службы котла GAZ 2500 F является рекордным для российского рынка и составляет 15 лет.

Котлы GAZ 6000 W и GAZ 2500 F производятся на российском заводе компании Bosch в городе Энгельс Саратовской области.

Твердотопливный котёл Logano S131H

Напольный газовый атмосферный котёл Bosch серии GAZ 2500 F

## Промышленный котёл Bosch Unimat UT-L

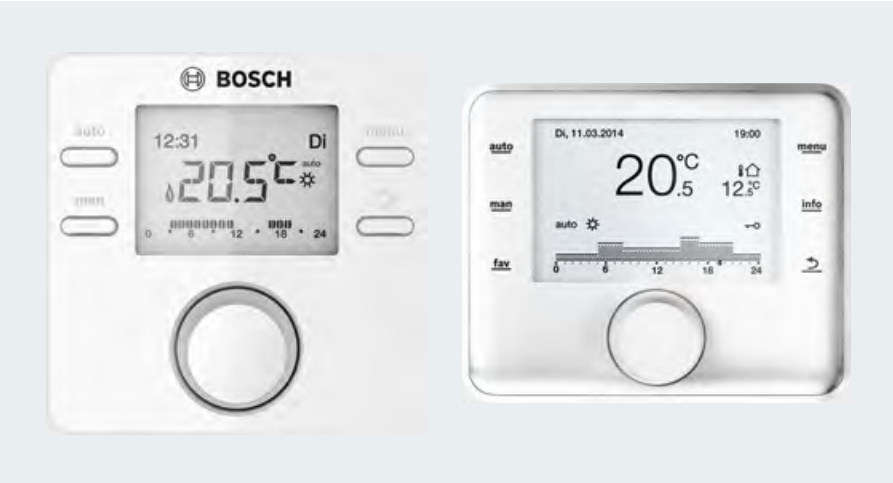
Bosch Unimat UT-L — серия трёхходовых газовых промышленных котлов мощностью от 650 кВт до 19,2 МВт. Котлы предлагаются в различных типоразмерах и могут функционировать в каскаде. Котлы Unimat UT-L используются при оснащении частных и многоквартирных жилых домов, офисных зданий, промышленных предприятий, социальных объектов. Обладают рядом преимуществ, среди которых эффективная теплоизоляция и высокий номинальный КПД (до 95% без теплообменника отработанных газов, до 105% при использовании конденсационного теплообменника), возможность использования при низких температурах обратного потока (от 50°С) и при высоком допустимом перепаде температур (до 50°С), стабильность и долговечность. Благодаря оптимизированной конструкции топочной камеры в системе распределения воды котёл Unimat UT-L обеспечивает высокую надёжность и безопасность эксплуатации.

Трёхходовой газовый промышленный котёл Bosch Unimat UT-L

**Программируемый комнатный термостат Bosch Control CT100 с сенсорным дисплеем является передовой разработкой компании. Данное устройство позволяет осуществлять управление отопительным котлом дистанционно с помощью смартфона или планшета на базе iOS или Android**

## Регулятор отопления New System Controls

Линейка инновационных регуляторов отопления New System Controls пришла на смену предыдущему поколению систем управления Bosch. Она позволяет осуществлять тонкую настройку отопительных систем на основе котлов Bosch и включает в себя четыре модели: CR10, CR100, CW100 и CW400.




Регуляторы отопления New System Controls моделей CR100 и CW400

Комнатный регулятор Bosch Control CT100

Радиатор Buderus Logatrend VK-Profil

## Комнатный регулятор CT100

Программируемый комнатный термостат Bosch Control CT100 с сенсорным дисплеем является передовой разработкой компании. Данное устройство позволяет осуществлять управление отопительным котлом дистанционно с помощью смартфона или планшета на базе iOS или Android из любой точки мира, в которой доступно интернет-соединение.

Под брендом Buderus в этом году были представлены настенный конденсационный котёл Logamax plus GB172i, твердотопливные котлы Logano S171 и Logano S131H, напольный конденсационный котёл Logano plus GB102, пульт управления RC310 и комнатный регулятор TC100. Особое внимание было уделено продукции российского производства — настенному котлу Logamax U072 и радиаторам Logatrend K-Profil и VK-Profil.

# Работать по-немецки, или Характерные черты немецкого подхода к работе

Развитие и совершенствование любой отрасли производства, в том числе инженерной сантехники, возможно только в условиях конкуренции. Однако товары, произведённые в Германии, большей частью находятся вне конкуренции. Простое сравнение с китайской или российской продукцией подчёркивает преимущество немецких товаров. В чём же секрет немецкий производителей? Почему их стандарт качества является эталонным не только в Европе, но и во многих других странах мира?

**Автор:** Густав РАЙШ,
технический специалист
компании Profactor Armaturen GmbH

Систематически изучать и заимствовать национальные особенности менеджмента и производства в Германии для России очень важно, это позволяет овладевать неповторимым опытом, перенимать то ценное, что может быть трансформировано в российских условиях.

По сути, любая продукция, например, те же сантехнические изделия, — это материализовавшийся результат управления предприятием. От эффективности этого управления зависит качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции. Усовершенствованный шаровой кран или качественный фитинг наглядно свидетельствуют об эффективном стиле управления предприятием. И, наоборот, неконкурентоспособная продукция говорит о незаинтересованности производителей и непрофессионализме тех сотрудников, которые принимают ключевые решения. Такая ситуация, увы, часто наблюдается на российском рынке инженерной сантехники. Отечественные производители «замерли в ожидании», большая часть продукции поступает в Россию из-за рубежа, тем самым теряется профессиональный навык и опыт производства собственных товаров, атрофируется профессионально-техническое образование и т.д. Заимствовать опыт зарубежных коллег в той же Германии, чтобы успешно управлять предприятием, не так-то просто. Нужно суметь синтезировать собственный стиль управления с тем же немецким, понимать и усваивать его характерные черты.

В немецкой модели менеджмента есть множество характерных черт. Они берут начало в национальной системе профессионально-технического образования, в котором особое внимание уделяется инженерному делу, техническому обучению и ремёслам. Именно эта система образования считается одной из лучших в Европе. Она подготавливает молодёжь в возрасте от 16 до 21 года в течение трёх лет, выпускники получают государственный диплом. Образовательная программа включает подготовку на рабочем месте — четыре дня в неделю и один день теоретического обучения.

Содержание программы профессионально-технического образования Германии утверждается тремя инстанциями — правительством, ассоциациями работодателей и профсоюзами. Общее руководство осуществляется местными ТПП.

Профессионально-техническое образование граждан влияет на производственную базу Германии и её развитие, о чём свидетельствуют статистические данные. Около 70% рабочих на немецких предприятиях прошли через эту систему. Мало того, они сдавали квалификационные экзамены, учитывающие отраслевую специфику и потребности конкретного предприятия. Тем самым Германия опередила многие развитые страны мира. Подобную квалификацию в Нидерландах имеют всего 40% рабочих, а в Англии и США — около 30%. По России таких данных нет, так как система профессионально-технического образования в стране была недавно реформирована. Большую часть постсоветских техникумов и ПТУ, подготавливающих квалифицированных технологов и рабочих, сократили, а вместо них образовались колледжи. Их деятельность и качество подготовки рабочих кадров пока сложно оценить.

**Руководство немецких компаний активно стимулирует рост профессионального мастерства своих сотрудников. Из бюджета предприятия на это выделяются специальные средства**

Старшее поколение в России ещё помнит, что на всех заводах и фабриках в советское время была широко развита система наставничества. Эта система позволяла оперативно и качественно готовить квалифицированных рабочих, к опытным мастерам прикреплялись молодые специалисты — обучающиеся или закончившие обучение в техникумах или ПТУ. В рабочем процессе мастера делились своими навыками и профессиональными секретами с учениками, и таким образом воспитывалось новое поколение специалистов. Эта традиция осталась в советском прошлом, а в нынешней России квалифицированные рабочие и мастера «на вес золота». Их осталось очень мало. Новое поколение не стремится овладевать рабочими специальностями, считая их непрестижными, есть альтернатива сразу стать «менеджером» и зарабатывать больше. Поэтому количество опытных мастеров и квалифицированных рабочих на российских предприятиях с каждым годом снижается.

В то же время институт наставничества в Германии не только сохранился, но и активно развивался. Он до сих пор играет важную роль в подготовке квалифицированной рабочей силы. Более двух третей наставников на немецких предприятиях обладают сертификатом мастера, они владеют глубокими знаниями, навыками и профессиональным опытом. Этот бесценный багаж немецкие мастера из года в год передают своим ученикам. Можно сказать, что институт наставничества также является характерной чертой и оставил свой глубокий след в истории успеха немецких товаров.

Любому производственному предприятию в Германии, в том числе занимающемуся сантехническими изделиями, часто приходится осваивать новые технологии и оборудование, применять новые правила и инструкции. Поэтому руководство немецких компаний активно стимулирует рост профессионального мастерства своих сотрудников. Так, например, из бюджета предприятия выделяются специальные средства на повышение квалификации или переподготовку кадров в связи с новыми требованиями клиентов или изменившейся тактикой конкурентов. Адаптация рабочих и ключевых специалистов к новым условиям на немецких предприятиях происходит быстро и совершенно безболезненно. Это ещё одна характерная черта немецкого подхода к работе, которую можно с уверенностью перенимать и адаптировать в российских компаниях.

Присматриваясь к немецкому подходу к работе, нужно обратить внимание на деловую речь и эпитеты, используемые в переговорах. В качестве похвалы немцы могут чаще употреблять слово *unternehmungslustig*, то есть «предприимчивый». В Германии больше ценят предприимчивых специалистов, инженеров, мастеров, чем менеджеров со степенью MBA, не имеющих технического образования. Большинство немцев сходятся во мнении, что менеджмент как самостоятельная дисциплина — это опасное явление, которое может породить в человеке эгоизм, нелояльность и пренебрежение качеству продукции. Это неприемлемо для немцев! Поэтому *Ingenieur*, то есть инженер, в Германии гораздо более ценен и уважаем, чем *Manager* — управленец.

Не менее двух третей топ-менеджеров в Германии имеют высшее техническое образование, половина из них обла-

дают докторскими степенями в области права, экономики и технических наук (аналог российской учёной степени кандидата наук). Что интересно, немецкие менеджеры явно отличаются от британских и американских коллег. Последние предпочитают говорить о менеджменте гораздо больше, чем немцы. Руководители немецких компаний позиционируют себя не как управленцы, а как технические эксперты, к которым их подчинённые могли бы обращаться с производственными проблемами. Причём многие топ-менеджеры в Германии начинали свою карьеру с системы профессионально-технического образования и прошли все ступени института наставничества. Наиболее важными в карьерном продвижении на предприятии в Германии является не диплом MBA, а уровень профессиональных навыков и умений специалиста, его производственный стаж.

На российских производственных предприятиях чаще можно наблюдать картину, когда руководство и топ-менеджеры, получившие образование в зарубежных вузах, не вникают в технические и производственные процессы. Между ними и инженерами образовалась пропасть, ведь так называемые «белые воротнички» не хотят «пачкать руки» в цехах, им комфортнее руководить из кабинета и заниматься финансовыми оборотами, маркетинговыми стратегиями, кадровыми перестановками и т.д. В российских условиях менеджмент превратился в самостоятельную дисциплину, чего так сильно опасаются немцы. В последние годы в России самыми востребованными специалистами стали менеджеры с международными сертификатами, дипломами MBA и другими «корочками», свидетельствующими о статусе их обладателя. Однако этот статус чаще всего не подкрепляется профессиональными навыками и техническим опытом, большей частью он зиждется на теоретических знаниях, ораторских способностях и возможности «договариваться» с органами власти (использование административного ресурса). Поэтому главной мотивацией для российского менеджера становится высокий оклад, бонусы, премии и другие финансовые поощрения, а не усовершенствование условий труда на производстве, развитие мощностей и обновление оборудования, повышение качества продукции. Многим менеджерам в России было бы полезно присмотреться к немецкому стилю руководства и приоритетам, которые позволяют достигать как высочайшего качества производимой продукции, так и её конкурентоспособности.

Менеджмент в Германии в меньшей степени отдалён от производственно-технологического процесса. Для управленцев среднего звена техническая компетентность является наиболее важной составляющей в рамках властных полномочий. Большинство немецких топ-менеджеров промышленных предприятий отлично ориентируются в производственных вопросах, часто бывают в заводских цехах, общаются с инженерами и рабочими. Для них такой стиль работы в порядке вещей, поэтому немцы, скорее всего, не поняли бы, как работают их коллеги-управленцы в Российской Федерации.

Для немцев показателями экономической эффективности прежде всего являются отлаженный технический процесс и высококачественная продукция, а не какие-то другие факторы. Может, такому подходу стоит уделить большее внимание, перенять из немецкого опыта самое ценное, и тогда развитие производственных предприятий в Российской Федерации пойдёт быстрее? ●

Точно. Надежно. Просто.

testo 310:
Анализ дымовых газов - это просто.

- Лучшая цена!
- Ресурс батареи до 10 часов
- Интегрированные меню для измерения: дымовых газов, тяги, уровня CO и давления

ООО "Тэсто Рус" • +7 (495) 221 62 13 • www.testo.ru

На правах рекламы.

# К устройству кольцевых водопроводов из ВЧШГ

Компактные соединительные части из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) широкой номенклатуры, собираемые с трубами раструбами с резиновыми уплотнителями, позволяют устраивать кольцевые водопроводы даже в стеснённых городских условиях [1, 2].

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

Для устройства кольцевых водородных сетей из ВЧШГ следует использовать фасонные соединительные части, также изготовленные из ВЧШГ [3, 4], — отводы (табл. 1), тройники прямые (табл. 2 и 3) и косые (табл. 4), переходы (табл. 5–7).

Трубы из ВЧШГ [5] должны иметь раструбную часть с одной стороны и гладкий конец с другой или фланцы с обеих сторон под следующие типы соединений в трубопроводе: раструбные соединения Tyton и RJ, а также фланцевые. Размеры и масса труб, соединительных частей, фланцев, стопоров и уплотнительных резиновых колец должны соответствовать величинам, указанным в соответствующих нормах. На наружной и внутренней поверхностях труб и соединительных частей допускаются пороки, обусловленные способом производства и не влияющие на герметичность труб при гидравлическом испытании. На внутренней поверхности раструба трубного изделия в месте расположения резинового уплотнительного кольца не допускаются наплывы металла и раковины. При устройстве водопроводов рекомендуется применять трубы из ВЧШГ (рис. 1) классов, предусмотренных стандартами ГОСТ Р ИСО 2531 и EN 545 (табл. 8–10).

**Трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом должны иметь раструбную часть с одной стороны и гладкий конец с другой или фланцы с обеих сторон под следующие типы соединений в трубопроводе: раструбные соединения Tyton и RJ, а также фланцевые**

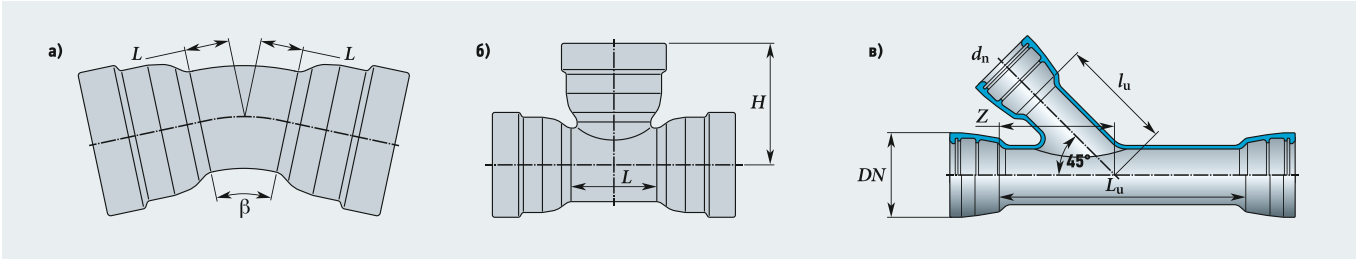
Для устройства водопровода могут быть предусмотрены к использованию раструбные трубы из ВЧШГ под соединение Tyton (рис. 2) или RJ (рис. 3) длиной $L = 6$ и 5,8 м; торец гладких концов труб должен быть скруглён по радиусу или иметь фаску — для обеспечения условий

**Размеры [мм] раструбных отводов из ВЧШГ** табл. 1

| Условный диаметр | Длина $L$ для $\beta$ [град.] | | | | | Толщина стенки для $\beta$ [град.] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90 | 45 | 30 | 22,5 | 11,25 | 90 | 45 | 30 | 22,5 | 11,25 |
| 80 | 100 | 55 | 45 | 40 | 30 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 100 | 125 | 65 | 50 | 45 | 35 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 | 7,2 |
| 125 | 150 | 75 | 55 | 50 | 35 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| 150 | 175 | 85 | 65 | 55 | 40 | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,8 |
| 200 | 225 | 110 | 80 | 65 | 45 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 |
| 250 | 280 | 130 | 95 | 75 | 50 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 300 | 330 | 185 | 110 | 90 | 60 | 9,6 | 9,6 | 9,6 | 9,6 | 9,6 |
| 400 | 430 | 200 | 140 | 110 | 70 | 10,8 | 10,8 | 10,8 | 10,8 | 10,8 |
| 500 | 535 | 240 | 170 | 135 | 85 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 600 | – | 285 | 200 | 155 | 95 | – | 13,2 | 13,2 | 13,2 | 13,2 |
| 700 | – | 330 | 230 | 180 | 110 | – | 14,4 | 14,4 | 14,4 | 14,4 |
| 800 | – | 375 | 260 | 205 | 125 | – | 15,6 | 15,6 | 15,6 | 15,6 |
| 900 | – | 420 | 290 | 225 | 135 | – | 16,8 | 16,8 | 16,8 | 16,8 |
| 1000 | – | 465 | 320 | 250 | 150 | – | 18 | 18 | 18 | 18 |

**Размеры [мм] прямых раструбных тройников из ВЧШГ с соединениями Tyton** табл. 2

| Условный диам. ствола, мм | Условный диам. ответвления, мм | $L$ | $H$ |
|---|---|---|---|
| 80 | 80 | 170 | 85 |
| 100 | 80 | 170 | 95 |
| | 100 | 190 | 95 |
| 125 | 80 | 170 | 105 |
| | 100 | 195 | 110 |
| | 125 | 225 | 110 |
| 150 | 80 | 170 | 120 |
| | 100 | 195 | 120 |
| | 150 | 255 | 125 |
| 200 | 80 | 175 | 145 |
| | 100 | 200 | 145 |
| | 150 | 255 | 150 |
| | 200 | 315 | 155 |
| 250 | 80 | 180 | 170 |
| | 100 | 200 | 170 |
| | 150 | 260 | 175 |
| | 200 | 315 | 180 |
| | 250 | 375 | 190 |
| 300 | 80 | 180 | 195 |
| | 100 | 205 | 195 |
| | 150 | 260 | 200 |
| | 200 | 320 | 205 |
| | 300 | 435 | 220 |
| 400 | 400 | 660 | 330 |
| 500 | 500 | 800 | 400 |




Иллюстрации к табл. 1 — раструбный отвод (а), табл. 2 — прямой раструбный тройник (б), табл. 4 — косой раструбный тройник (в)

Размеры [мм] прямых раструбных тройников из ВЧШГ с соединениями BLS — табл. 3

| Условный диаметр ствола, мм | Условный диаметр ответвления, мм | *L* | *H* | Толщина ствола, мм | Толщина ответвления, мм |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 80 | 170 | 95 | 8,4 | 8,4 |
| | 100 | 190 | 95 | 8,4 | 8,4 |
| 125 | 80 | 170 | 105 | 8,8 | 8,8 |
| | 100 | 195 | 105 | 8,8 | 8,8 |
| | 125 | 225 | 110 | 8,8 | 8,8 |
| 150 | 80 | 170 | 120 | 9,1 | 9,1 |
| | 100 | 195 | 120 | 9,1 | 9,1 |
| | 125 | 255 | 125 | 9 | 8 |
| | 150 | 255 | 125 | 9,1 | 9,1 |
| 200 | 80 | 175 | 145 | 9,8 | 9,8 |
| | 100 | 200 | 145 | 9,8 | 9,8 |
| | 125 | 255 | 145 | 10 | 8 |
| | 150 | 255 | 150 | 9,8 | 9,8 |
| | 200 | 315 | 155 | 9,8 | 9,8 |
| 250 | 100 | 200 | 170 | 10,5 | 10,5 |
| | 150 | 260 | 175 | 10,5 | 10,5 |
| | 200 | 315 | 180 | 10,5 | 10,5 |
| | 250 | 375 | 185 | 10,5 | 10,5 |
| 300 | 100 | 205 | 195 | 11,2 | 11,2 |
| | 150 | 260 | 200 | 11,2 | 11,2 |
| | 200 | 320 | 205 | 11,2 | 11,2 |
| | 300 | 435 | 215 | 11,2 | 11,2 |
| 400 | 400 | 560 | 280 | 13 | 13 |

Размеры [мм] косых (45 °С) раструбных тройников из ВЧШГ* — табл. 4

| DN | *dn* | $L_u$ | $l_u$ | *z* |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 80 | 300 | 250 | 250 |
| | 100 | 300 | 250 | 250 |
| 150 | 80 | 380 | 300 | 300 |
| | 100 | 380 | 300 | 300 |
| | 150 | 380 | 300 | 300 |
| 200 | 100 | 500 | 360 | 360 |
| | 150 | 500 | 380 | 380 |
| | 200 | 500 | 380 | 380 |
| 300 | 100 | 700 | 430 | 430 |
| | 150 | 700 | 430 | 430 |
| | 200 | 700 | 500 | 500 |
| | 250 | 700 | 500 | 500 |
| | 300 | 700 | 525 | 525 |
| 400 | 100 | 440 | 480 | 440 |
| | 125 | 440 | 490 | 450 |
| | 150 | 440 | 490 | 450 |
| | 200 | 640 | 570 | 580 |
| | 300 | 850 | 650 | 700 |
| | 400 | 850 | 650 | 650 |
| 500 | 100 | 450 | 590 | 515 |
| | 150 | 450 | 590 | 515 |
| 500 | 200 | 740 | 620 | 550 |
| | 250 | 740 | 640 | 620 |
| | 300 | 740 | 720 | 680 |
| | 400 | 850 | 720 | 750 |
| | 500 | 1040 | 845 | 845 |
| 600 | 150 | 750 | 750 | 620 |
| | 200 | 750 | 750 | 620 |
| | 250 | 750 | 775 | 680 |
| | 300 | 750 | 800 | 740 |
| | 400 | 1150 | 800 | 765 |
| | 500 | 1210 | 920 | 915 |
| | 600 | 1210 | 985 | 975 |
| 700 | 200 | 575 | 825 | 675 |
| | 300 | 925 | 885 | 810 |
| | 400 | 925 | 940 | 890 |
| | 500 | 1080 | 1020 | 990 |
| | 600 | 1380 | 1070 | 1055 |
| | 700 | 1380 | 1140 | 1140 |
| 800 | 600 | 1250 | 1150 | 1110 |
| | 800 | 1550 | 1275 | 1275 |

* С соединениями Tyton на рабочее давление 1,6 МПа.

качественного и производительного монтажа и демонтажа труб под соединения Tyton и RJ, а на наружной поверхности гладкого конца трубы под соединение RJ должен присутствовать наплавленный кольцевой поясок.

Наружная поверхность труб должна быть защищена битумным лаком или другим нетоксичным материалом, разрешённым Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, для применения в качестве наружных покрытий трубопроводов в хозяйственно-питьевом водоснабжении.

Покрытие должно соответствовать требованиям ИСО 8179-2, быть однородным и закрывать всю внешнюю поверхность трубы, при этом не должно быть незакрашенных пятен или отслоений покрытия. На поверхности покрытия допускаются следы проката по элементам оборудования без нарушения лакокрасочного слоя. Средняя толщина сухой плёнки покрытия должна составлять не менее 70 мкм, минимальное значение толщины, измеренное в любой точке трубы должно быть не менее 50 мкм.

**Наружная поверхность труб должна быть защищена битумным лаком или другим нетоксичным материалом, разрешённым Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, для применения в качестве наружных покрытий трубопроводов в хозяйственно-питьевом водоснабжении**

Могут использоваться трубы, на наружную поверхность которых может быть нанесено покрытие металлическим цинком (содержание цинка не менее 99%) с последующим покрытием битумным лаком. Цинковое покрытие должно соответствовать требованиям и быть нанесённым на всю внешнюю поверхность трубы.

Допускается спиралеобразный внешний вид покрытия при условии, что средняя масса цинка не должна быть меньше чем 130 г/м$^2$.

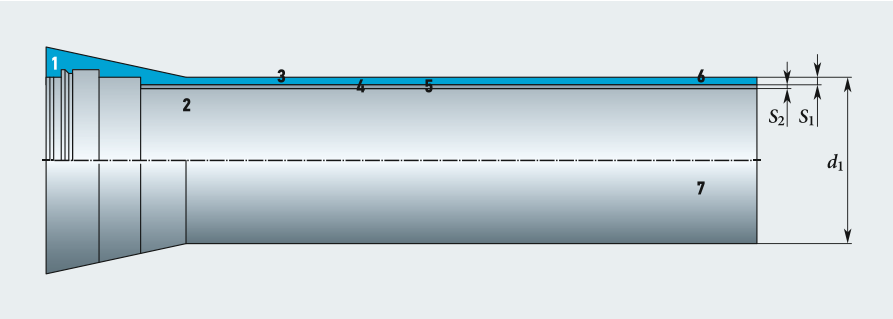



**Рис. 1. Труба из ВЧШГ** [$d_1$ — наружный диаметр; $s_1$ и $s_2$ — толщина стенки и внутреннего покрытия; **1** — раструб; **2** — тело трубы; **3** и **5** — наружное и внутреннее покрытия; **4** — ВЧШГ; **6** — черта трубной фаски (ЧТФ); **7** — заводские метки]

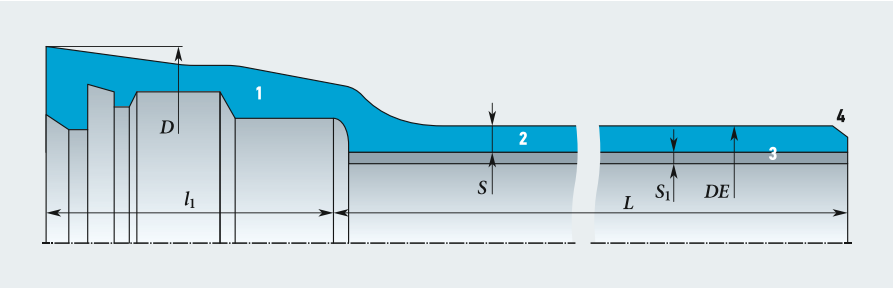



**Рис. 2. Размеры [мм] труб из ВЧШГ с раструбами под соединения Tyton** (**1** — раструб; **2** — тело; **3** — ЦПП; **4** — фаска)

| DN | $D$ | $\Delta E$ | $S$ | $S_1$ | $l$ | $L$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **80** | 140 | 98 | 6 | 3 | 80 | 6000 |
| **100** | 163 | 118 | 6 | 3 | 88 | 6000 |
| **125** | 190 | 144 | 6 | 3 | 91 | 6000 |
| **150** | 217 | 170 | 6 | 3 | 94 | 6000 |
| **200** | 278 | 222 | 6,3 | 3 | 100 | 6000 |
| **250** | 336 | 274 | 6,8 | 3 | 105 | 6000 |
| **300** | 393 | 326 | 7,2 | 3 | 110 | 6000 |
| **350** | 448 | 378 | 7,8 | 5 | 110 | 6000 |

| DN | $D$ | $\Delta E$ | $S$ | $S_1$ | $l$ | $L$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **400** | 500 | 429 | 8,1 | 5 | 110 | 6000 |
| **500** | 604 | 532 | 9 | 5 | 120 | 6000 |
| **600** | 713 | 635 | 9,9 | 5 | 120 | 6000 |
| **700** | 824 | 738 | 10,8 | 6 | 150 | 6000 |
| **800** | 943 | 842 | 11,7 | 6 | 160 | 6000 |
| **900** | 1052 | 945 | 12,6 | 6 | 175 | 6000 |
| **1000** | 1158 | 1048 | 13,5 | 6 | 185 | 6000 |

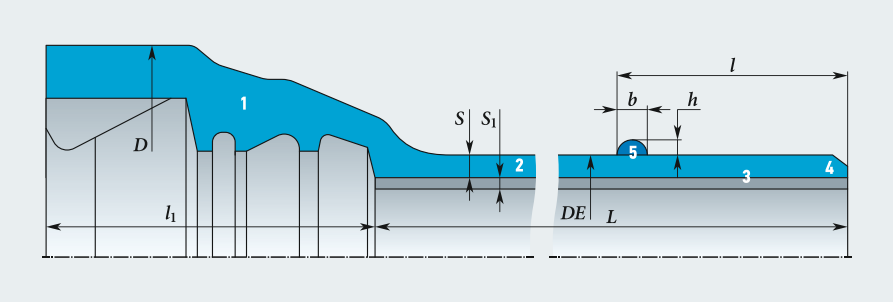



**Рис. 3. Размеры [мм] труб из ВЧШГ с раструбами под соединения RJ** (**1** — раструб; **2** — тело; **3** — ЦПП; **4** — фаска; **5** — наплавленный выступ)

| DN | $D$ | $\Delta E$ | $S$ | $S_1$ | $l$ | $l_1$ | $h$ | $B$ | $L$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **80** | 156 | 98 | 6 | 3 | 85 | 127 | 5 | 8 | 6000 |
| **100** | 176 | 118 | 6 | 3 | 91 | 135 | 5 | 8 | 6000 |
| **125** | 205 | 144 | 6 | 3 | 95 | 143 | 5 | 8 | 6000 |
| **150** | 230 | 170 | 6 | 3 | 101 | 150 | 5 | 8 | 6000 |
| **200** | 288 | 222 | 6,3 | 3 | 106 | 160 | 5,5 | 9 | 6000 |
| **250** | 346 | 274 | 6,8 | 3 | 106 | 165 | 5,5 | 9 | 6000 |
| **300** | 402 | 326 | 7,2 | 3 | 106 | 170 | 5,5 | 9 | 6000 |
| **350** | 452 | 378 | 7,7 | 5 | 110 | 180 | 6 | 10 | 6000 |
| **400** | 513 | 429 | 8,1 | 5 | 115 | 190 | 6 | 10 | 6000 |
| **500** | 618 | 532 | 9 | 5 | 120 | 200 | 6 | 10 | 6000 |

Внутренняя поверхность раструбов труб должна быть покрыта цинконаполненной краской (с содержанием цинка не менее 85 %) или металлическим цинком с последующим нанесением завершающего слоя битумного лака или другого нетоксичного материала.

На внутренней поверхности труб должно быть нанесено сплошное с гладкой поверхностью цементно-песчаное покрытие (ЦПП), соответствующее требованиям ИСО 4179. Допускаются незначительные шероховатости, трещины и наплывы на поверхности внутреннего цементно-песчаного покрытия, обусловленные способом нанесения этого покрытия и не влияющие на эксплуатационные характеристики труб. Ширина раскрытия продольных и поперечных усадочных трещин на ЦПП должна быть не более: 0,8 мм для труб DN 80–600 мм и 1,0 мм для труб DN 700–1000 мм.

**На внутренней поверхности труб из ВЧШГ должно быть нанесено сплошное с гладкой поверхностью цементно-песчаное покрытие, соответствующее требованиям ИСО 4179. Допускаются незначительные шероховатости, трещины и наплывы на поверхности внутреннего ЦПП, обусловленные способом нанесения этого покрытия и не влияющие на эксплуатационные характеристики труб**

Толщина цементно-песчаного покрытия, наносимого на внутреннюю поверхность труб, должна соответствовать следующим характеристикам: среднее значение толщины покрытия должно быть не менее 2,5 мм; минимальное значение толщины, измеренное в любой точке трубы, должно быть не менее 1,5 мм. Допускается уменьшение толщины цементно-песчаного покрытия менее 1,5 мм на расстоянии не более 50 мм от концов трубы. Допускается ремонт повреждённых или некачественных участков цементно-песчаного покрытия.

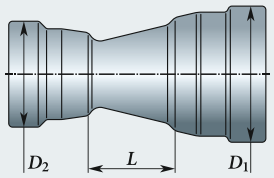
Допускается использование труб с нанесённым на их внутреннюю поверхность иного материала, разрешённого Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека для применения в хозяйственно-питьевом водоснабжении.

Наиболее эффективное устройство водопроводов из ВЧШГ связывается с их траншейной прокладкой [6–9].

**Размеры [мм] раструбных переходов из ВЧШГ с соединениями Tyton** табл. 5

| $D_1$ | $D_2$ | $L$ |
|---|---|---|
| **100** | 80 | 90 |
| **125** | 80 | 140 |
| | 100 | 100 |
| **150** | 80 | 190 |
| | 100 | 150 |
| | 125 | 100 |
| **200** | 100 | 250 |
| | 125 | 200 |
| | 150 | 150 |
| **250** | 125 | 300 |
| **250** | 150 | 250 |
| | 200 | 150 |
| **300** | 150 | 350 |
| | 200 | 250 |
| | 250 | 150 |

| $D_1$ | $D_2$ | $L$ |
|---|---|---|
| **400** | 250 | 360 |
| | 300 | 260 |
| **500** | 400 | 260 |
| **600** | 400 | 460 |
| | 500 | 260 |
| **700** | 500 | 480 |
| | 600 | 280 |
| **800** | 600 | 480 |
| | 700 | 280 |
| **900** | 700 | 480 |
| | 800 | 280 |
| **1000** | 800 | 480 |
| | 900 | 280 |




**Размеры [мм] раструбных переходов из ВЧШГ с соединениями BLS** табл. 6

| $D_1$ | $D_2$ | $L$ |
|---|---|---|
| **100** | 80 | 90 |
| **125** | 80 | 140 |
| | 100 | 100 |
| **150** | 80 | 190 |
| | 100 | 150 |
| | 125 | 100 |

| $D_1$ | $D_2$ | $L$ |
|---|---|---|
| **200** | 100 | 250 |
| | 125 | 200 |
| | 150 | 150 |
| **250** | 125 | 300 |
| | 150 | 250 |
| | 200 | 150 |

| $D_1$ | $D_2$ | $L$ |
|---|---|---|
| **300** | 150 | 350 |
| | 200 | 250 |
| | 250 | 150 |
| **400** | 250 | 360 |
| | 300 | 260 |
| **500** | 400 | 260 |

**Размеры [мм] раструбных переходов из ВЧШГ с соединениями VRS** табл. 7

| $D_1$ | $D_2$ | Толщины стенок раструбов с диаметрами $D_1$ / $D_2$ | $L$ |
|---|---|---|---|
| **100** | **80** | 7,2 / 7,0 | 90 |
| **125** | **80** | 7,5 / 7,0 | 140 |
| | **100** | 7,5 / 7,2 | 100 |
| **150** | **80** | 7,8 / 7,0 | 190 |
| | **100** | 7,8 / 7,2 | 150 |
| | **125** | 7,8 / 7,5 | 100 |
| **200** | **100** | 8,4 / 7,2 | 250 |
| | **150** | 8,4 / 7,8 | 150 |

| $D_1$ | $D_2$ | Толщины стенок раструбов с диаметрами $D_1$ / $D_2$ | $L$ |
|---|---|---|---|
| **250** | **150** | 9 / 7,8 | 250 |
| | **200** | 9 / 8,4 | 150 |
| **300** | **150** | 9,6 / 7,8 | 350 |
| | **200** | 9,6 / 8,4 | 250 |
| | **250** | 9,6 / 9,0 | 150 |
| **400** | **300** | 15 / 13,0 | 260 |
| **500** | **400** | 19,8 / 17,5 | 260 |

**Размеры [мм] труб из ВЧШГ класса 8** табл. 8

| Условный диаметр | Наружный диаметр $d_1$ | Толщина стенки $s_1$ | Толщина внутреннего ЦПП $s_2$ |
|---|---|---|---|
| **200** | 222 | 6 | 3,5 |
| **250** | 274 | 6 | 3,5 |
| **300** | 326 | 6,4 | 3,5 |
| **400** | 426 | 7,2 | 5 |
| **500** | 532 | 8 | 5 |

| Условный диаметр | Наружный диаметр $d_1$ | Толщина стенки $s_1$ | Толщина внутреннего ЦПП $s_2$ |
|---|---|---|---|
| **600** | 635 | 8,8 | 5 |
| **700** | 738 | 9,6 | 6 |
| **800** | 842 | 10,4 | 6 |
| **900** | 945 | 11,2 | 6 |
| **1000** | 1048 | 12 | 6 |

**Размеры [мм] труб из ВЧШГ класса 9** табл. 9

| Условный диаметр | Наружный диаметр $d_1$ | Толщина стенки $s_1$ | Толщина внутреннего ЦПП $s_2$ |
|---|---|---|---|
| **80** | 98 | 6 | 3,5 |
| **100** | 118 | 6 | 3,5 |
| **125** | 144 | 6 | 3,5 |
| **150** | 170 | 6 | 3,5 |
| **200** | 222 | 6,3 | 3,5 |
| **250** | 274 | 6,8 | 3,5 |
| **300** | 326 | 7,2 | 3,5 |

| Условный диаметр | Наружный диаметр $d_1$ | Толщина стенки $s_1$ | Толщина внутреннего ЦПП $s_2$ |
|---|---|---|---|
| **400** | 426 | 8,1 | 5 |
| **500** | 532 | 9 | 5 |
| **600** | 635 | 9,9 | 5 |
| **700** | 738 | 10,8 | 6 |
| **800** | 842 | 11,7 | 6 |
| **900** | 945 | 12,6 | 6 |
| **1000** | 1048 | 13,5 | 6 |

Укладку водопроводов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом следует производить с обязательным учётом местных условий участками, используя на них наиболее подходящие технологические схемы укладки (ТСУ), связывать которые необходимо с предмонтажным расположением труб:

**а)** непосредственно на дне траншеи (россыпью) сразу же в проектном положении (место стыка должно располагаться над приямком) и с обязательным закреплением присыпкой грунтом;

**б)** над траншеей на лежнях, располагаемых поперёк траншеи на длине всего участка, на котором ведутся укладочные работы, с последующим опусканием собранной части трубопровода в проектное положение с последующим закреплением её подсыпкой и подбивкой грунтом, при этом лежни постепенно удаляются из-под собранных труб;

**Укладку водопроводов из ВЧШГ следует производить с обязательным учётом местных условий участками, используя на них наиболее подходящие технологические схемы укладки, связывать которые необходимо с четырьмя вариантами предмонтажного расположения труб (непосредственно на дне траншеи, над траншеей на лежнях, над траншеей «на весу», и на бровке траншеи)**

**в)** над траншеей «на весу» с поочерёдной сборкой раструбных соединений вдоль всего участка траншеи, на котором ведутся укладочные работы, и последующим опусканием собранной части трубопровода в проектное положение с помощью подъёмных машин (трубоукладчиков) и закрепление её присыпкой грунтом;

**г)** на бровке траншеи (в отдалении от траншеи), с опусканием собранной трубной секции по стенке на дно траншеи и размещением её в проектном положении с последующей сборкой монтажного стыка и закреплением трубопровода подсыпкой и подбивкой грунтом.

Технологические схемы укладки целесообразно использовать:

**а)** при укладке водопровода в стеснённых условиях и, как правило, в траншеи с креплениями независимо от их диаметров трубные изделия (ТИ) из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом следует раскладывать на бровке траншеи на расстоянии 1,0–1,5 м от края;

**Размеры [мм] труб из ВЧШГ класса 10** табл. 10

| Условный диаметр | Наружный диаметр $d_1$ | Толщина стенки $s_1$ | Толщина внутреннего ЦПП $s_2$ | Условный диаметр | Наружный диаметр $d_1$ | Толщина стенки $s_1$ | Толщина внутреннего ЦПП $s_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **80** | 98 | 6 | 3,5 | **400** | 426 | 9 | 5 |
| **100** | 118 | 6 | 3,5 | **500** | 532 | 10 | 5 |
| **125** | 144 | 6,2 | 3,5 | **600** | 635 | 11 | 5 |
| **150** | 170 | 6,5 | 3,5 | **700** | 738 | 12 | 6 |
| **200** | 222 | 7 | 3,5 | **800** | 842 | 13 | 6 |
| **250** | 274 | 7,5 | 3,5 | **900** | 945 | 14 | 6 |
| **300** | 326 | 8 | 3,5 | **1000** | 1048 | 15 | 6 |

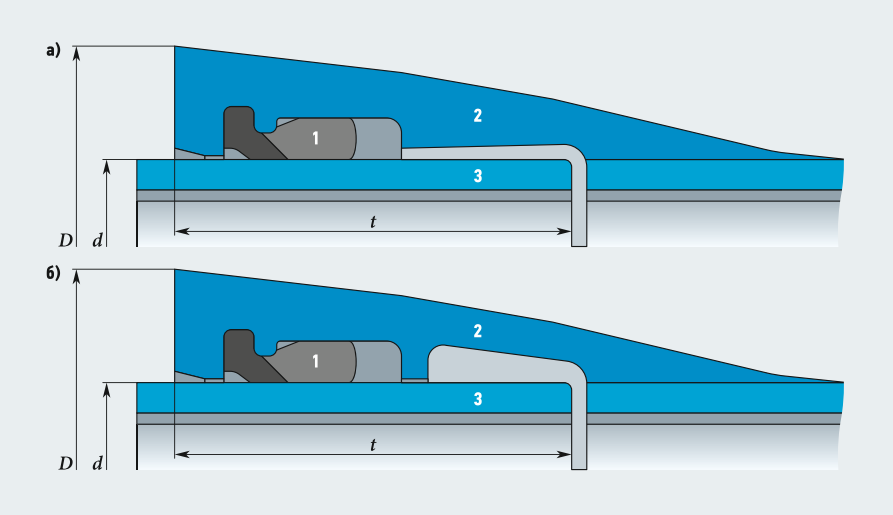



**Иллюстрация к табл. 11** (**а** — DN 80–600, **б** — DN 700–1000; **1** — РУМ; **2** — раструб; **3** — гладкий конец с фаской; $D$ и $d$ — наружные диаметры раструба и трубы, $t$ — глубина раструба)

**Размеры [мм] раструбных Tyton ТИ из ВЧШГ (выборка из DIN 28603)** табл. 11

| DN | $d$ | $D$ | $t$ | DN | $d$ | $D$ | $t$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **80** | 98 | 142 | 84 | **400** | 429 | 500 | 110 |
| **100** | 118 | 163 | 88 | **500** | 532 | 607 | 120 |
| **125** | 144 | 190 | 91 | **600** | 635 | 716 | 125 |
| **150** | 170 | 217 | 94 | **700** | 738 | 849 | 197 |
| **200** | 222 | 278 | 100 | **800** | 842 | 960 | 209 |
| **250** | 274 | 336 | 105 | **900** | 945 | 1042 | 221 |
| **300** | 326 | 385 | 110 | **1000** | 1048 | 1150 | 233 |
| **(350)** | 378 | 448 | 110 | | | | |

Фото www.promportal48.ru

**Перед укладкой в траншею трубных изделий из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, а также резиновые уплотнительные манжеты или кольца перед сборкой соединений должны подвергаться ВКК с целью обнаружения трещин, подрезов, рисок и других механических повреждений поверхности глубиной более 5% толщины покрытия**

**б**) целесообразно использовать при укладке водопровода диаметром до 300 мм в стеснённых условиях и в траншеи без креплений, трубные изделия из ВЧШГ при этом следует подносить по мере их сборки;

**в**) целесообразно использовать при укладке водопровода диаметром более 400 мм, как правило, в траншеи без креплений, трубные изделия из ВЧШГ при этом следует доставлять по мере их сборки в трубопровод и укладки его части на дно траншеи;

**г**) целесообразно использовать при укладке водопровода в траншеи с откосами, не зависимо от их диаметров, трубные изделия из ВЧШГ при этом следует иметь на трассе в объёмах, определяемых сменной выработкой.

Разноску трубных изделий из ВЧШГ по трассе и их размещение на бровке на расстоянии 1,0–1,5 м от края траншеи либо в др. местах следует производить непосредственно перед укладкой водопровода с обеспечением их сохранности на весь период производства укладочных работ.

Перед укладкой в траншею трубных изделий из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, а также резиновые уплотнительные манжеты или кольца (РУМ или РУК) перед сборкой соединений должны подвергаться ВКК (тщательному наружному осмотру) с целью обнаружения трещин, подрезов, рисок и других механических повреждений поверхности глубиной более 5% толщины покрытия. Трубные изделия, РУМ и РУК с дефектами отбраковывают или устраняют дефекты методами, разрешёнными производителями конкретных изделий. Монтаж водопровода из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом в слабых грунтах с расчётным сопротивлением менее 0,1 МПа (1 кгс/см$^2$), а также в грунтах с возможной неравномерной осадкой (в неслежавшихся насыпных грунтах) без устройства специального искусственного основания не допускается. В общих случаях максимальное заглубление водопро-

вода из ВЧШГ при открытой траншейной прокладке допускается до 6 м [10], с обязательной засыпкой пазух траншеи песком (щебнем, гравием) с последующим механическим уплотнением до степени не ниже 0,95. При большем заглублении требуется проведение специальных мероприятий, связанных с требованиями к устройству глубоких выемок — в настоящей статье такие мероприятия не рассматриваются. Прокладывать водопровода из ВЧШГ в траншеи необходимо на глубину не менее наружного диаметра плюс 0,7 м. При необходимости укладки на меньшей глубине требуется проведение специальных мероприятий, например, укладка поверх трубопровода железобетонных плит (для обеспечения прочности конкретных трубных изделий из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом или утепление теплоизоляцией либо насыпкой поверх трубопроводов валиков грунта и для исключения замерзания в них воды/канализационных стоков) — в настоящей статье такие мероприятия не рассматриваются. Законченный строительством подземный водопровод и/или кольцевой трубопровод (КВ) из ВЧШГ принимать в эксплуатацию, а затем и эксплуатировать рекомендуется с учётом требований Свода Правил 68.13330, а также действующих территориальных.

Монтаж водопроводов путём стыковки раструбных труб между собой, с фасонными соединительными частями из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом и с запорно-регулирующей арматурой, которые при эксплуатации будут находиться под действием внутреннего давления воды, должен производиться с использованием водонепроницаемых соединений.

Сборку водопровода, на которых предусматривается устанавливать упоры, следует производить с использованием раструбных соединений Tyton (табл. 11).

Упоры на водопроводах предотвращают расстыковку соединений, которые не могут противодействовать значительному продольному перемещению смежных трубных изделий, подверженных воздействию растягивающих нагрузок от внутреннего давления и при неравномерной осадке под ними грунта, и тем самым исключают возможность утраты ими водонепроницаемости.

*Продолжение следует.*


1. Отставнов А.А., Бусахин А.В., Токарев Ф.В. Монтаж подземных водопроводов и трубопроводов напорной канализации из труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ. СТО НОСТРОЙ 147.
2. Примин О.Г., Алиференков А.Д., Отставнов А.А. Нормативное обеспечение применения в России труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом // ВСТ, №5/2015.
3. Части соединительные литые из высокопрочного чугуна для напорных трубопроводов. ТУ 1461-035-50254094–2008*.
4. Части соединительные сварные из высокопрочного чугуна для напорных трубопроводов. ТУ 1468-041-50254094–2001 с Изм. 1.
5. Трубы чугунные напорные высокопрочные. ТУ 1461-037-50254094–2008*.
6. Отставнов А.А. Использование труб из высокопрочного чугуна. Оптимизация использования труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом в коммунальных трубопроводах // Сантехника, №3/2006.
7. Сладков А.В., Отставнов А.А., Глухарёв В.А. и др. СП 40-106–2002 «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов водоснабжения с использованием труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом».
8. Алиференков А.Д., Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А., Отставнов А.А. и др. СП 40-109–2006 «Проектирование и монтаж водопроводных и канализационных сетей с применением высокопрочных труб из чугуна с шаровидным графитом.
9. СП 66.13330.2011. Проектирование и строительство напорных сетей водоснабжения и водоотведения с применением высокопрочных труб с шаровидным графитом.
10. Отставнов А.А., Алиференков А.Д., Примин О.Г., Орлов В.А., Харькин В.А. Оценка напорных трубопроводов из ВЧШГ с использованием математической модели системы «грунт–жёсткая труба» // Журнал С.О.К., №6/2006.



На правах рекламы.

НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ
С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

DAB
WATER•TECHNOLOGY

# Влияние аэрации на углекислотное равновесие в воде. Часть 2

Сегодня мы продолжаем публикацию статьи «Влияние аэрации на углекислотное равновесие в воде», первая часть которой была опубликована в [1].

**Автор:** А.Ю. РУШНИКОВ, к.т.н., инженер-проектировщик, компания ООО «Отечественные Водные Технологии»

Теория буферных растворов позволяет, таким образом, рассматривать природные воды, в особенности подземные, как гидрокарбонатный буферный раствор, состояние которого определяется равновесием между растворённым углекислым газом $CO_2$, гидрокарбонатами $HCO_3^-$ и карбонатами $CO_3^{2-}$. В этой системе наиболее подвержено изменению содержание $CO_2$, так как оно напрямую связано с концентрацией углекислого газа в атмосфере и водоносных горных породах.

Обычно, говоря о процессе аэрации, подразумевают насыщение воды кислородом. Но через воду пропускают не чистый кислород, а воздух — смесь газов, состоящую в основном из азота (78,1 % по объёму), кислорода (20,9 %), углекислого газа (0,03 %). Поэтому точно также правомерно говорить о возможном насыщении воды и углекислым газом.

Если жидкость соприкасается со средой, представляющей собой смесь газов (такой, как воздух), то количество каждого из газов, которое растворится в данной жидкости, подчиняется закону Генри-Дальтона. Математически это можно записать как:

$$V_г = \alpha s_г p, \qquad (1)$$

где $\alpha$ — коэффициент растворимости (коэффициент абсорбции) Бунзена, соответствующий объёму газа, физически растворяющегося в единице объёма жидкости при давлении 1 атм; $s_г$ — концентрация данного газа в газовой смеси; $p$ — давление газовой смеси.

Произведение $s_г p$ является по сути парциальным давлением, то есть давлением, которое имел бы газ, входящий в состав газовой смеси, если бы он один занимал объём, равный всему объёму смеси.

Коэффициент Бунзена $\alpha$ зависит от природы растворенного газа, свойств растворителя и температуры $T$. Функцию $\alpha = f(T)$ для системы «вода–атмосферный углекислый газ» по опытным данным можно представить в виде полиномиальной зависимости

$$\alpha = 0{,}0002T^2 - 0{,}0424T + 1{,}6599. \qquad (2)$$

Выражение (2) применимо для чистой воды при температурах от 0 до 50 °C.

При 25 °C коэффициент Бунзена $\alpha$ для углекислого газа, вычисленный по формуле (2), составит 0,72. Следовательно, при атмосферном давлении равновесное содержание углекислого газа в одном литре воды будет $0{,}72 \times 0{,}0003 = 0{,}00022$ л/л. Так как объём одного моля любого газа при атмосферном давлении и температуре 25 °C (298 К) составляет около 24,4 л, то молярная равновесная (то есть соответствующая парциальному давлению) концентрация растворенного углекислого газа окажется равной $9{,}02 \times 10^{-6}$ моль/л (0,40 мг/л). На данное явление — снижение концентрации углекислого газа до равновесной при аэрации — имеются многочисленные указания в специальной литературе, посвящённой декарбонизации воды.

**При аэрации через воду пропускают не чистый кислород, а воздух — смесь газов, состоящую в основном из азота, кислорода и углекислого газа. Поэтому точно также правомерно говорить о возможном насыщении воды и углекислым газом**

При этом авторы обычно указывают, что процесс удаления $CO_2$ сложный и неоднозначный, вследствие чего редко удаётся снизить концентрацию углекислого газа менее 4–5 мг/л. Хотя основная причина наблюдаемого несоответствия очевидна: в отличие от простых газов (кислород, азот и т.п.) углекислый газ представляет собой оксид (диоксид углерода), способный вступать в химическую реакцию с водой с образованием кислоты, в данном случае угольной ($H_2CO_3$). Склонность $H_2CO_3$ к разложению на углекислый газ и воду не указывает на отсутствие химического взаимодействия с образованием продуктов диссоциации — гидрокарбонат- и карбонат-ионов.

Тут необходимо сделать несколько промежуточных выводов:

**1.** Широко распространённое в литературе понятие об отдувке углекислоты при аэрации не вполне правомерно, так как с физической точки зрения «отдуть» газ из жидкости невозможно; наблюдается только постепенное изменение содержания газа в воде вплоть до достижения равновесной концентрации, соответствующей парциальному давлению.

**2.** Становится понятным, почему аэрация является высокоэффективным методом удаления из воды таких газов, как сероводород $H_2S$ и метан $CH_4$, — вследствие их ничтожного парциального давления в атмосфере.

**3.** Газообмен на границе «вода–воздух» — достаточно сложный и продолжительный процесс (рассмотрение его кинетики выходит за рамки данной статьи), что и вызывает необходимость разработки способов повышения его скорости и полноты протекания, от простейшего метода упрощённой аэрации до вакуумно-эжекционных установок.

**4.** Очевидно, что наиболее наилучший результат дегазации (в том числе и снижения концентрации $CO_2$) может быть получен с помощью вакуумирования: исходя из выражения (1), чем ниже давление газовой смеси $p$, тем ниже равновесная концентрация газа в воде.

**5.** Влияние аэрации на углекислотное равновесие в воде нельзя рассматривать лишь в рамках физического воздействия — достижения равновесной (соответствующей парциальному давлению $CO_2$ в атмосфере) концентрации $CO_2$ в воде при интенсивном контакте с воздухом, так как диоксид углерода, кроме того, находится в динамическом равновесии с гидрокарбонат- и карбонат-ионами.

Влияние аэрации на углекислотное равновесие с точки зрения физических процессов нетрудно оценить с помощью уравнения Генри-Дальтона: если концентрация $CO_2$ в воде выше равновесной $9{,}02\times10^{-6}$ моль/л (при атмосферном давлении и температуре 25 °C), то в ходе аэрации она будет снижаться до достижения равновесия, если ниже — возрастать. Формула (2) позволяет рассчитать равновесную концентрацию для любого давления. Кроме того, известно, что растворимость газов снижается с увеличением солесодержания. В этом случае объём растворенного газа $V_г'$ по сравнению с объёмом $V$ в выражении (1) можно оценить по формуле Сеченова:

$$V_г' = V_г 10^{-kS_э}, \qquad (3)$$

где $k$ — коэффициент Сеченова (высаливания), зависящий от природы газа и растворенной соли; $S_э$ — эквивалентная концентрация соли в растворе, моль/л.

Снижение растворимости $CO_2$ вследствие минерализации в пресных природных водах незначительно. Если для углекислого газа и воды коэффициент $k$ приближённо принять равным 0,89, то при солесодержании 500 мг/л (иными словами $S_э = 8{,}5\times10^{-3}$ моль/л в пересчёте на NaCl) объём $V_г'$ составит около $0{,}98V_г$. Поэтому для дальнейших расчётов равновесную концентрацию $CO_2$ в воде примем равной $8{,}8\times10^{-6}$ моль/л.

Оценить же влияние аэрации на углекислотное равновесие с точки зрения химических процессов — задача намного более сложная. Для её решения запишем сначала общее уравнение, связывающее все составляющие углекислотного буферного раствора (в первой части статьи это выражения (8), (9) и (11)]:

$$H_2CO_3 = H_2O + CO_2 = \\ = H^+ + HCO_3^- = 2H^+ + CO_3^{2-}. \qquad (4)$$

Отметим, что хотя в левой части уравнения вместо $H_2CO_3$ записано $H_2O + CO_2$, более обоснованным является рассмотрение процесса в качестве первой стадии диссоциации угольной кислоты, нежели в качестве реакции между углекислым газом и водой, что будет показано далее.

Из выражения (4) видно, что если концентрация $CO_2$ выше равновесной, то при аэрации такой воды, согласно правилу Ле Шателье, равновесие сместится в сторону образования $H_2O$ и $CO_2$ за счёт реакции между $H^+$ и $HCO_3^-$.

Аналогичным образом уменьшаются концентрации веществ и в правой части уравнения. Результатом процесса в этом случае будет повышение $pH$ и снижение щёлочности, обусловленной наличием в воде гидрокарбонат- и карбонат-ионов.

Наоборот, если концентрация $CO_2$ ниже равновесной, то аэрация будет способствовать росту концентрации $H^+$, следовательно, и понижению $pH$. Увеличение щёлочности в этом случае если и возможно, то лишь при определённых условиях, что будет показано далее.

Аэрация является по сути внешним воздействием на систему. Но даже в отсутствии внешних воздействий химические реакции при нормальных условиях могут самопроизвольно происходить только в определённом направлении, что можно оценить с помощью законов химической термодинамики.

Согласно второму закону термодинамики самопроизвольный процесс в изолированной системе приводит к возрастанию энтропии этой системы и уменьшению свободной энергии Гиббса, что математически можно записать как:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S, \qquad (5)$$

где $\Delta G$ — свободная энергия Гиббса (термодинамический потенциал), то есть часть полной энергии системы, которая может быть превращена в работу, кДж/моль; $\Delta H$ — энтальпия (сумма внутренней энергии и произведённой работы), кДж/моль; $\Delta S$ — энтропия (мера необратимого рассеивания энергии), кДж/(моль·К); $T$ — абсолютная температура в Кельвинах.

Условием самопроизвольного течения химической реакции является значение $\Delta G < 0$. Если $\Delta G > 0$, то реакция самопроизвольно протекает в обратном направлении. При $\Delta G = 0$ считается, что система пришла в равновесное состояние.

**Рассчитать тепловой эффект реакции можно по закону Гесса, согласно которому тепловой эффект зависит только от вида и состояния исходных веществ и конечных продуктов, но не зависит от пути процесса и количества промежуточных реакций**

Рассчитать тепловой эффект реакции можно, опираясь на закон Гесса, согласно которому тепловой эффект зависит только от вида (природы) и состояния исходных веществ и конечных продуктов, но не зависит от пути процесса и количества промежуточных реакций. Отсюда следует, что в изобарно-изотермических условиях (при неизменных давлении и температуре $T$) изменения всех трёх величин — $\Delta G$, $\Delta H$ и $\Delta S$ — будут равны:

$$\Delta G = \Sigma\Delta G_{прод} - \Sigma\Delta G_{исх}, \quad (6)$$

$$\Delta H = \Sigma\Delta H_{прод} - \Sigma\Delta H_{исх}, \quad (7)$$

$$\Delta S = \Sigma\Delta S_{прод} - \Sigma\Delta S_{исх}, \quad (8)$$

где $\Sigma\Delta G_{прод}$, $\Sigma\Delta H_{прод}$ и $\Sigma\Delta S_{прод}$ — суммы энергии Гиббса, энтальпии и энтропии продуктов реакции в уравнениях химической реакции с учётом коэффициентов, соответствующих количеству моль вещества; $\Sigma\Delta G_{исх}$, $\Sigma\Delta H_{исх}$ и $\Sigma\Delta S_{исх}$ — суммы энергии Гиббса, энтальпии и энтропии исходных веществ в уравнениях химической реакции с учётом коэффициентов, соответствующих количеству моль вещества.

Выражения (7) и (8) с учётом (5) можно представить в виде:

$$\Delta G = (\Sigma\Delta H_{прод} - \Sigma\Delta H_{исх}) - T(\Sigma\Delta S_{прод} - \Sigma\Delta S_{исх}). \quad (9)$$

В справочной литературе обычно указывают значения стандартных энтальпий образования вещества $\Delta H^{\circ}_{обр.}$, стандартной энергии Гиббса образования $\Delta G^{\circ}_{обр.}$ и их стандартных энтропий $S^{\circ}$. При «стандартных условиях» — давление атмосферное, температура 298,15 К (для практических расчётов можно принять 298 К, что соответствует 25 °С), поэтому соответствующие величины записывают как $\Delta H^{\circ}_{обр.298,15}$, $\Delta G^{\circ}_{обр.298,15}$ и $S^{\circ}_{298,15}$.

Строго говоря, стандартная энтропия $S^{\circ}_{298,15}$ и стандартная энтропия образования вещества $\Delta S^{\circ}_{обр.298,15}$ — не одно и то же, однако подробное рассмотрение основ химической термодинамики не входит в задачу автора. В табл. 1 приведены необходимые исходные данные для последующих расчётов.

Изменение свободной энергии Гиббса реакции $H_2O + CO_2 = H^+ + HCO_3^-$ согласно выражению (6) составит:

$$\Delta G^{\circ}_{298,15(1.1)} = (1\times0 - 1\times586,6) - (-237,25\times1 - 394,38\times1) = 45,03 \text{ кДж/моль},$$

согласно выражению (9):

$$\Delta G^{\circ}_{298,15(1.2)} = [(1\times0 - 1\times691,3) - (-285,83\times1 - 393,51\times1)] - 298\times0,001\times[(0\times1 + 93\times1) - (213,67\times1 + 70,08\times1)] = 44,88 \text{ кДж/моль}.$$

Изменение свободной энергии Гиббса реакции $H_2CO_3 = H^+ + HCO_3^-$ согласно выражению (6) составит:

$$\Delta G^{\circ}_{298,15(1.3)} = (1\times0 - 586,6\times1) - (-623,30\times1) = 36,70 \text{ кДж/моль},$$

согласно выражению (9):

$$\Delta G^{\circ}_{298,15(1.4)} = [(1\times0 - 691,3\times1) - (-699,0\times1)] - 298\times0,001\times[(1\times0 + 1\times93) - (1\times190)] = 36,61 \text{ кДж/моль}.$$

Во всех уравнениях коэффициент «1» соответствует количеству моль каждого вещества, участвующего в реакции.

Изменение свободной энергии Гиббса реакции $H^+ + HCO_3^- = 2H^+ + CO_3^{2-}$ согласно выражению (6) составит:

$$\Delta G^{\circ}_{298,15(2.1)} = (2\times0 - 527,60\times1) - (1\times0 - 1\times586,6) = 59,0 \text{ кДж/моль},$$

согласно выражению (9):

$$\Delta G^{\circ}_{298,15(2.2)} = [(2\times0 - 676,64\times1) - (1\times0 - 691,3\times1)] - 298\times0,001\times[(2\times0 - 56\times1) - (1\times0 + 1\times93)] = 59,06 \text{ кДж/моль}.$$

Кроме того, оценить значение свободной энергии Гиббса в зависимости от температуры и константы химического равновесия можно с помощью уравнения Вант-Гоффа:

$$\Delta G = -RT\ln(K), \quad (10)$$

где $R$ — универсальная газовая постоянная, 8,31 Дж/(моль·К); $T$ — абсолютная температура, К; $K$ — константа равновесия химической реакции.

Для стандартных условий

$$\Delta G^{\circ}_{298,15} = -8,31\times298\times\ln(K). \quad (11)$$

Так константа диссоциации является разновидностью константы химического равновесия, то для обеих стадий реакции

$$H_2O + CO_2 = H^+ + HCO_3^- = 2H^+ + CO_3^{2-}$$

свободная энергия Гиббса составит (см. (12) и (13) в первой части статьи [1]):

$$\Delta G^{\circ}_{298,15(1.5)} = -8,31\times298\times\ln(K_{д1}) = -8,31\times298\times\ln(4,45\times10^{-7}) = 36,22 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta G^{\circ}_{298,15(2.3)} = -8,31\times298\times\ln(K_{д2}) = -8,31\times298\times\ln(5,6\times10^{-11}) = 58,46 \text{ кДж/моль}.$$

Сравнение полученных значений свободной энергии Гиббса по первой стадии реакции $[\Delta G^{\circ}_{298,15(1.1)}\ldots\Delta G^{\circ}_{298,15(1.5)}]$ (45,03; 44,88; 36,70; 36,61 и 36,22 кДж/моль) показывает, во-первых, что данную стадию более правомерно рассматривать как диссоциацию угольной кислоты $H_2CO_3$ с $\Delta G^{\circ}_{298,15}$ примерно 36–37 кДж/моль, чем в как физический процесс растворения в воде углекислого газа. Во-вторых, химическая реакция самопроизвольно может идти только в сторону образования $H_2O$ и $CO_2$ из ионов $H^+$ и гидрокарбонат-ионов.

Сравнение значений свободной энергии Гиббса по второй стадии реакции $[\Delta G^{\circ}_{298,15(2.1)}\ldots\Delta G^{\circ}_{298,15(2.3)}]$ (59,0; 59,06 и 58,46 кДж/моль) указывает на самопроизвольное течение реакции в сторону образования гидрокарбонат-ионов.

Выше уже говорилось, что аэрация способствует снижению щёлочности. Термодинамические расчёты полностью подтверждаются тем фактом, что поверхностные воды, как правило, имеют небольшую щёлочность, которая снижается ещё больше в период паводков.

Обе стадии реакции происходят со снижением концентрации $H^+$, что соответствует повышению значения $pH$ и даёт основание для общепринятого мнения о подщелачивании воды при аэрации. Однако очень редко можно встретить упоминание о том, что данный процесс имеет свои граничные условия.

В качестве доказательства можно привести уже упоминавшуюся кислую реакцию воды в градирнях, а также значение $pH$ дождевой воды, которое обычно находится в пределах 5,5–6,0, несмотря на исключительно интенсивную аэрацию в атмосфере. Даже если концентрация растворенного $CO_2$ превышает равновесную, значение $pH$ не может возрастать до предельных значений, близких к 14. Такой вывод можно сделать, оценив выражения

$$K_{д1} = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[CO_2]} = 4,45\times10^{-7}, \quad (12)$$

$$K_{д2} = \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]} = 5,6\times10^{-11}. \quad (13)$$

(в [1] они под теми же номерами.)

Очевидно, что при одном и том же значении $[H^+]$ отношение $[HCO_3^-]/[CO_2]$ на четыре порядка больше, чем $[CO_3^{2-}]/[HCO_3^-]$, то есть образование молекул углекислого газа из гидрокарбонат-ионов происходит интенсивнее образования самих ионов $HCO_3^-$ из $CO_3^{2-}$. Иными словами, образование ионов $HCO_3^-$ является лимитирующей стадией процесса, что косвенно указывает на наличие некой точки равновесия. Похожие выводы можно сделать, анализируя выражения:

$$pH = pK_{д1} + \lg\left(\frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]}\right) = 6,4 + \lg\left(\frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]}\right) \text{ и} \quad (14)$$

$$pH = pK_{д2} + \lg\left(\frac{[CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}\right) = 10,3 + \lg\left(\frac{[CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}\right). \quad (15)$$

(в [1] они под теми же номерами.)

Если в уравнении (14) концентрация $CO_2$ снижается быстрее, чем образуются ионы $HCO_3^-$, то это способствует росту *pH* выше 6,4. С другой стороны самопроизвольное течение реакции (15) в направлении $CO_3^{2-} \rightarrow HCO_3^-$ указывает на снижение *pH* менее 10,3. Итак, точка равновесия должна лежать между значениями *pH* = 6,4 и 10,3, а не смещаться в область высоких *pH*, хотя, на первый взгляд, это следует из (4). Такое предположение не противоречит второму закону термодинамики, так как, согласно теории буферных растворов, значение *pH* определяется соотношением компонентов раствора, а не наоборот. Хотя в статье не рассматривается термодинамика растворения углекислого газа в воде, но представляется очевидным, что достижение равновесной концентрации (соответствующей парциальному давлению в атмосфере) соответствует максимуму рассеяния (энтропии) и минимуму свободной энергии Гиббса.

Значение равновесного *pH* для процесса аэрации (для стандартных условий: атмосферное давление и температура 25 °C) будет оценено далее с помощью термодинамических расчётов и экспериментальным путём. А пока выполним необходимые преобразования выражений (12) и (13). Из выражения (12) следует:

$$[HCO_3^-] = \frac{K_{д1}[CO_2]}{[H^+]}. \quad (16)$$

Из формулы (13):

$$[CO_3^{2-}] = \frac{K_{д2}[HCO_3^-]}{[H^+]}. \quad (17)$$

Так как щёлочность воды *Щ* [моль/л] определяется суммой ионов $HCO_3^-$ и $CO_3^{2-}$, то имеем:

$$Щ - [HCO_3^-] = \frac{K_{д2}[HCO_3^-]}{[H^+]}, \quad (18)$$

$$Щ = \frac{K_{д2}[HCO_3^-]}{[H^+]} + [HCO_3^-], \quad (19)$$

$$Щ = [HCO_3^-]\left(\frac{K_{д2}}{[H^+]} + 1\right), \quad (20)$$

$$[HCO_3^-] = \frac{Щ[H^+]}{K_{д2} + [H^+]}. \quad (21)$$

Из формулы (12):

$$[CO_2] = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{K_{д1}}, \text{ а} \quad (22)$$

$$[CO_3^{2-}] = Щ - [HCO_3^{2-}]. \quad (23)$$

Таким образом, формулы (21), (22) и (23) позволяют рассчитать концентрации составляющих гидрокарбонатного буферного раствора по известным значениям щёлочности *Щ* и *pH*.

Экспериментальная часть работы состояла из серии опытов по аэрации проб воды из различных подземных источников Московской области. Аэрирование проводилось с помощью аквариумного микрокомпрессора производительностью 4 л/мин. Продолжительность аэрации — 1–6 ч. Условия проведения опытов по возможности устанавливались с расчётом максимально увеличить эффективность аэрации, например, с помощью использования узкой и высокой посуды, в которую наливались пробы воды и подавался воздух. Опыты проводились при комнатной температуре 20–25 °C.

Основными контролируемыми показателями были *pH* и щёлочность воды *Щ*. Также определялись жёсткость и содержание кальция, но эти данные не представлены в работе, как выходящие за её рамки. Определение показателей качества воды проводилось в аттестованной лаборатории. Результаты экспериментов приведены в табл. 2.

Данные в табл. 2 действительно показывают рост значения *pH* при аэрации исходной воды. Однако в опытах 3.3–3.4 и 7.1–7.3 (опыты с кипячёной водой), наоборот, наблюдалось снижение *pH*. После достижения в процессе аэрации *pH* = 8,2–8,4, происходила, как правило, стабилизация этого показателя. Среднее значение *pH* после аэрации в течение 1–6 ч оказалось равным 8,29. Тут следует оговориться, что даже современные средства измерения *pH* дают погрешность до 0,1, поэтому значение *pH* = 8,29, разумеется, нельзя считать достаточно точным, что не мешает увидеть общую тенденцию: значение *pH* не повышается при аэрации до экстремально высоких величин, а стремится к некой точке равновесия — примерно около 8,3.

Щёлочность воды в большинстве серий опытов существенно не изменялась. Снижение щёлочности наблюдалось в сериях 5, 6 и 9, а в серии 7, наоборот, наблюдалось заметное увеличение. Объяснение такого феномена выходит за рамки исследования, но, вероятно, связано с изменением индекса стабильности воды.

Выражения (21)–(23) позволяют для всех опытных данных оценить концентрации составляющих гидрокарбонатного буферного раствора. Результаты расчётов приведены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что практически во всех пробах (за исключением 7.1) содержание $CO_2$ выше равновесного. Несмотря на это, в ряде опытов наблюдалось увеличение концентрации $CO_2$ (хотя, согласно закону Генри-Дальтона, она должна падать), что сопутствовало снижению *pH* (опыты 3.3–3.4, 7.1–7.2, 9.2–9.3).

**Исходные данные для расчётов** табл. 1

| Величина / вещество | $\Delta H^\circ_{обр.298,15}$, кДж/моль | $\Delta G^\circ_{обр.298,15}$, кДж/моль | $S^\circ_{298,15}$, Дж/(моль·К) |
|---|---|---|---|
| $CO_2$ | –393,51 | –394,38 | 213,67 |
| $H_2CO_3$ | –699,0 | –623,30 | 190,0 |
| $H_2O$ | –285,83 | –237,25 | 70,08 |
| $H^+$ | 0 | 0 | 0 |
| $HCO_3^-$ | –691,3 | –586,6 | 93,0 |
| $CO_3^{2-}$ | –676,64 | –527,60 | –56,0 |

**Результаты экспериментов** табл. 2

| Сер. | Оп. | Хар-ка пробы | *pH* | Щёл-сть, ммоль/л |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.1 | Исходная вода | 7,8 | 4,1 |
| | 1.2 | После аэрации (1 ч) | 8,5 | 4,2 |
| 2 | 2.1 | Исходная вода | 7,7 | 4,2 |
| | 2.2 | После аэрации (1 ч) | 8,3 | 4,2 |
| | 2.3 | После аэрации (2 ч) | 8,4 | 4,2 |
| 3 | 3.1 | Исходная вода | 7,8 | 4,3 |
| | 3.2 | После аэрации (1 ч) | 8,6 | 4,3 |
| | 3.3 | Исходная вода после кипячения | 8,8 | 2,7 |
| | 3.4 | После кипячения и аэрации (1 ч) | 8,3 | 2,7 |
| 4 | 4.1 | Исходная вода | 7,2 | 3,2 |
| | 4.2 | После аэрации (1 ч) | 8,1 | 3,3 |
| 5 | 5.1 | Исходная вода | 7,4 | 5,6 |
| | 5.2 | После аэрации (1 ч) | 8,2 | 5,6 |
| 5 | 5.3 | После аэрации (2 ч) | 8,3 | 5,0 |
| 6 | 6.1 | Исходная вода | 7,4 | 5,7 |
| | 6.2 | После аэрации (2 ч) | 8,3 | 5,1 |
| | 6.3 | После аэрации (3 ч) | 8,3 | 4,4 |
| 7 | 7.1 | Исходная вода после кипячения | 9,4 | 1,8 |
| | 7.2 | После кипячения и аэрации (2 ч) | 7,9 | 2,0 |
| | 7.3 | После кипячения и аэрации (4 ч) | 8,2 | 2,4 |
| 8 | 8.1 | Исходная вода | 7,5 | 6,3 |
| | 8.2 | После аэрации (5 ч) | 8,4 | 6,5 |
| 9 | 9.1 | Исходная вода | 7,4 | 5,4 |
| | 9.2 | После аэрации (2 ч) | 8,3 | 4,8 |
| | 9.3 | После аэрации (4 ч) | 8,2 | 5,0 |

Наблюдался даже переход значений $CO_2$ (опыты 7.1 и 7.2) через равновесное. Это является дополнительным указанием на то, что влияние химических реакций при аэрации преобладает над физическим процессом растворения и удаления углекислого газа.

Для теоретического обоснования полученных опытных данных и выдвинутых предположений будем использовать известные закономерности химической термодинамики.

Хотя выражение (6) было записано отдельно для двух стадий реакции, на самом деле составляющие буферного раствора образуют, разумеется, единую систему, которая стремится к равновесию, когда $\Delta G = 0$.

Запишем (4) в виде

$$H_2CO_3 = 2H^+ + CO_3^{2-}. \quad (24)$$

Для этой реакции рассчитаем свободную энергию Гиббса $\Delta G$ согласно выражениям (6), (9) и (11), причём в качестве константы химического равновесия в данном случае нужно принять произведение $K_{д1}K_{д2}$. Необходимые значения $\Delta H^\circ_{обр.298,15}$, $\Delta G^\circ_{обр.298,15}$ и $S^\circ_{298,15}$ для $H_2CO_3$, $CO_2$ и $H^+$ см. в табл. 1.

Тогда свободная энергия Гиббса для трёх указанных уравнений составит:

$$\Delta G^\circ_{298,15(3.1)} = (1\times0 - 527{,}6\times1) - (-623{,}30\times1) = 95{,}70 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta G^\circ_{298,15(3.2)} = [(2\times0 - 1\times676{,}64) - (-1\times699{,}01)] - 298\times0{,}001\times[(2\times0 - 1\times56) - (1\times190)] = 95{,}67 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta G^\circ_{298,15(3.3)} = -8{,}31\times298\times\ln(K_{д1}K_{д2}) = -8{,}31\times298\times\ln(4{,}45\times10^{-7}\times5{,}6\times10^{-11}) = 94{,}67 \text{ кДж/моль}.$$

Близость данных полученных значений $\Delta G^\circ_{298,15(3.1)}\ldots\Delta G^\circ_{298,15(3.3)}$ указывает на корректность проведённых термодинамических расчётов. Положительное значение $\Delta G^\circ_{298,15}$ в данной реакции также подтверждает сделанные ранее выводы, что её самопроизвольное течение возможно лишь в сторону образования молекул $H_2CO_3 \rightarrow (H_2O + CO_2)$, и о преобладании химических взаимодействий над физическим процессом растворения углекислого газа в воде.

Несмотря на последнее утверждение (о преобладании химических взаимодействий над физическим процессом) представляется правомерным в уравнении (24) заменить $H_2CO_3$ на $H_2O + CO_2$, и

$$H_2O + CO_2 = 2H^+ + CO_3^{2-}. \quad (25)$$

В выражении (25), как в уравнении любой химической реакции, стехиометрические коэффициенты каждого из соединений указывают на количество моль, участвующих в реакции. Стехиометрические коэффициенты учитываются и уравнениях химической термодинамики (6)–(9). Схожая размерность расчётных концентраций $CO_2$, $HCO_3^-$ и $CO_3^{2-}$ [моль/л] позволяет сделать допущение о возможности подставить их вместо стехиометрических коэффициентов в уравнение (25). Так как изменение концентрации $H_2O$ в ходе реакции ничтожно по сравнению с общим количеством молекул воды, то исключаем $H_2O$ из рассмотрения. Поэтому выражение (6) с учётом (25), данных табл. 1 и замены $\Delta G^\circ_{обр.298,15}$ ($CO_2$) на $\Delta G^\circ_{обр.298,15}$ ($H_2CO_3$) запишется

$$\Delta G^\circ_{298,15} = -527{,}6C_{CO_3^{2-}} + 623{,}3C_{CO_2}, \quad (26)$$

где $C_{CO_3^{2-}}$ и $C_{CO_2}$ — расчётные концентрации, соответственно, $CO_3^{2-}$ и $CO_2$.

В табл. 4 представлены результаты расчётов согласно формуле (26) для полученных экспериментальных данных. Данные табл. 4 показывают, что $\Delta G^\circ_{298,15}$ принимает как положительные, так и отрицательные значения, следовательно реакция в зависимости от условий может протекать, как в прямом, так и обратном направлении, то есть является обратимой. Чем меньше по модулю значения $\Delta G^\circ_{298,15}$, тем система находится в более энергетически выгодном состоянии. Следует отметить также, что при одинаковых значениях $pH$ энергия Гиббса тем меньше, чем меньше щёлочность воды. Аэрирование воды, как правило, приводит к уменьшению энергии Гиббса по модулю.

На рис. 1 представлена кривая изменения энергии Гиббса по модулю в зависимости от $pH$ (с линией тренда). Хорошо заметен минимум значений $\Delta G^\circ_{298,15}$ в области $pH = 8{,}3–8{,}4$. График в общих чертах повторяет кривую зависимости энергии Гиббса от состава реакционной смеси, на котором по оси абсцисс показывают концентрации исходных веществ и продуктов реакции.

Подбор значений $pH$ (до третьего знака после запятой), соответствующих минимальному значению энергии Гиббса, даёт $pH = 8{,}338$ ($\Delta G^\circ_{298,15} = -0{,}000011$ кДж/моль). При этом $Щ = 5{,}0\times10^{-3}$моль/л, $[HCO_3^-] = 4{,}94\times10^{-3}$, $[CO_2] = 5{,}10\times10^{-5}$ и $[CO_3^{2-}] = 6{,}02\times10^{-5}$ моль/л. Как видно, содержание $[CO_2]$ выше равновесного.

**Результаты расчётов** табл. 3

| Серия | Опыт | Хар-ка пробы | $pH$ | Щёл-сть, моль/л | $CO_2$, моль/л | $HCO_3^-$, моль/л | $CO_3^{2-}$, моль/л |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.1 | Исходная вода | 7,8 | $4{,}1\times10^{-3}$ | $1{,}46\times10^{-4}$ | $4{,}09\times10^{-3}$ | $1{,}44\times10^{-5}$ |
| | 1.2 | После аэрации (1 ч) | 8,5 | $4{,}2\times10^{-3}$ | $2{,}93\times10^{-5}$ | $4{,}13\times10^{-3}$ | $7{,}31\times10^{-5}$ |
| 2 | 2.1 | Исходная вода | 7,7 | $4{,}2\times10^{-3}$ | $1{,}88\times10^{-4}$ | $4{,}19\times10^{-3}$ | $1{,}18\times10^{-5}$ |
| | 2.2 | После аэрации (1 ч) | 8,3 | $4{,}2\times10^{-3}$ | $4{,}68\times10^{-5}$ | $4{,}15\times10^{-3}$ | $4{,}64\times10^{-5}$ |
| | 2.3 | После аэрации (2 ч) | 8,4 | $4{,}2\times10^{-3}$ | $3{,}71\times10^{-5}$ | $4{,}14\times10^{-3}$ | $5{,}83\times10^{-5}$ |
| 3 | 3.1 | Исходная вода | 7,8 | $4{,}3\times10^{-3}$ | $1{,}53\times10^{-4}$ | $4{,}28\times10^{-3}$ | $1{,}51\times10^{-5}$ |
| | 3.2 | После аэрации (1 ч) | 8,6 | $4{,}3\times10^{-3}$ | $2{,}37\times10^{-5}$ | $4{,}21\times10^{-3}$ | $9{,}38\times10^{-5}$ |
| | 3.3 | Исходная вода после кипячения | 8,8 | $2{,}7\times10^{-3}$ | $9{,}29\times10^{-6}$ | $2{,}61\times10^{-3}$ | $9{,}21\times10^{-5}$ |
| | 3.4 | После кипячения и аэрации (1 ч) | 8,3 | $2{,}7\times10^{-3}$ | $3{,}01\times10^{-5}$ | $2{,}67\times10^{-3}$ | $2{,}98\times10^{-5}$ |
| 4 | 4.1 | Исходная вода | 7,2 | $3{,}2\times10^{-3}$ | $4{,}53\times10^{-4}$ | $3{,}20\times10^{-3}$ | $2{,}84\times10^{-6}$ |
| | 4.2 | После аэрации (1 ч) | 8,1 | $3{,}3\times10^{-3}$ | $5{,}85\times10^{-5}$ | $3{,}28\times10^{-3}$ | $2{,}31\times10^{-5}$ |
| 5 | 5.1 | Исходная вода | 7,4 | $5{,}6\times10^{-3}$ | $5{,}00\times10^{-4}$ | $5{,}59\times10^{-3}$ | $7{,}87\times10^{-6}$ |
| | 5.2 | После аэрации (1 ч) | 8,2 | $5{,}6\times10^{-3}$ | $7{,}87\times10^{-5}$ | $5{,}55\times10^{-3}$ | $4{,}93\times10^{-5}$ |
| | 5.3 | После аэрации (2 ч) | 8,3 | $5{,}0\times10^{-3}$ | $5{,}57\times10^{-5}$ | $4{,}94\times10^{-3}$ | $5{,}53\times10^{-5}$ |
| 6 | 6.1 | Исходная вода | 7,4 | $5{,}7\times10^{-3}$ | $5{,}09\times10^{-4}$ | $5{,}69\times10^{-3}$ | $8{,}01\times10^{-6}$ |
| | 6.2 | После аэрации (2 ч) | 8,3 | $5{,}1\times10^{-3}$ | $5{,}68\times10^{-5}$ | $5{,}04\times10^{-3}$ | $5{,}64\times10^{-5}$ |
| | 6.3 | После аэрации (3 ч) | 8,3 | $4{,}4\times10^{-3}$ | $4{,}90\times10^{-5}$ | $4{,}35\times10^{-3}$ | $4{,}86\times10^{-5}$ |
| 7 | 7.1 | Исходная вода после кипячения | 9,4 | $1{,}8\times10^{-3}$ | $1{,}41\times10^{-6}$ | $1{,}58\times10^{-3}$ | $2{,}22\times10^{-4}$ |
| | 7.2 | После кипячения и аэрации (2 ч) | 7,9 | $2{,}0\times10^{-3}$ | $5{,}63\times10^{-5}$ | $1{,}99\times10^{-3}$ | $8{,}86\times10^{-6}$ |
| | 7.3 | После кипячения и аэрации (4 ч) | 8,2 | $2{,}4\times10^{-3}$ | $3{,}37\times10^{-5}$ | $2{,}38\times10^{-3}$ | $2{,}11\times10^{-5}$ |
| 8 | 8.1 | Исходная вода | 7,5 | $6{,}3\times10^{-3}$ | $4{,}47\times10^{-4}$ | $6{,}29\times10^{-3}$ | $1{,}11\times10^{-5}$ |
| | 8.2 | После аэрации (5 ч) | 8,4 | $6{,}5\times10^{-3}$ | $5{,}73\times10^{-5}$ | $6{,}41\times10^{-3}$ | $9{,}02\times10^{-5}$ |
| 9 | 9.1 | Исходная вода | 7,4 | $5{,}4\times10^{-3}$ | $4{,}82\times10^{-4}$ | $5{,}39\times10^{-3}$ | $7{,}59\times10^{-6}$ |
| | 9.2 | После аэрации (2 ч) | 8,3 | $4{,}8\times10^{-3}$ | $5{,}35\times10^{-5}$ | $4{,}75\times10^{-3}$ | $5{,}30\times10^{-5}$ |
| | 9.3 | После аэрации (4 ч) | 8,2 | $5{,}0\times10^{-3}$ | $7{,}03\times10^{-5}$ | $4{,}96\times10^{-3}$ | $4{,}40\times10^{-5}$ |

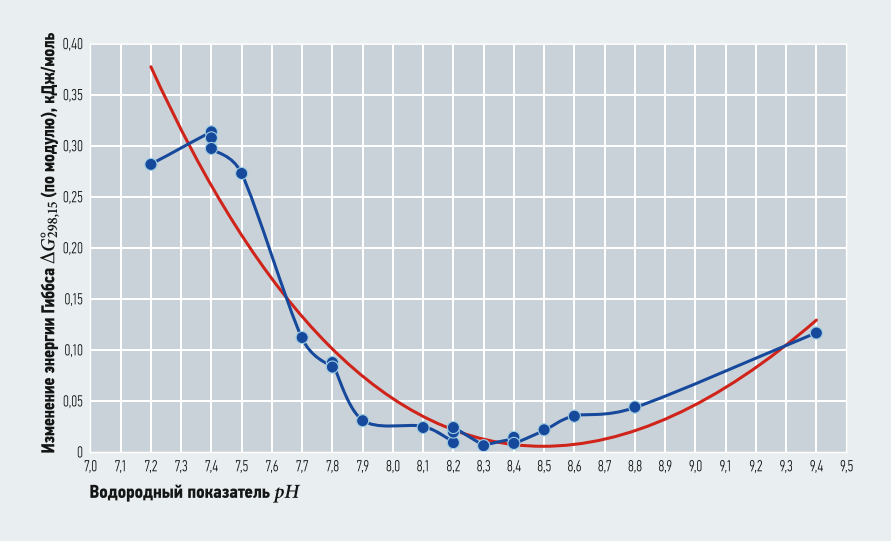



**Рис. 1. Зависимость изменения энергии Гиббса (по модулю) от водородного показателя *pH***

В статье не рассматривается термодинамика растворения углекислого газа в воде с точки зрения закона Генри-Дальтона, хотя очевидна возможность проведения таких расчётов. Поэтому примем, что в ходе продолжительной интенсивной аэрации концентрация $[CO_2]$ постепенно станет равной $8{,}8\times10^{-6}$ моль/л и ниже не опустится.

При таком значении $[CO_2]$ и неизменном $pH = 8{,}338$ параметры системы будут следующими: $Щ = 0{,}86\times10^{-3}$ моль/л, $[HCO_3^-] = 8{,}50\times10^{-4}$ моль/л, также $[CO_3^{2-}] = 1{,}04\times10^{-5}$ моль/л, $\Delta G^{\circ}_{298,15} = -0{,}000002$ кДж/моль. Падение значения $\Delta G^{\circ}_{298,15}$ при этом почти на порядок указывает на самопроизвольное снижение щёлочности в процессе аэрации.

Расчётное значение *pH* в состоянии равновесия (8,338) хорошо согласуется с экспериментальными данными $pH = 8{,}29$. Также данная точка практически совпадает со значением *pH*, для которого в «классическом» графике углекислотного равновесия прилагается комментарий «*при дальнейшем повышении pH (более 8,4) свободного $CO_2$ в воде нет, а только гидрокарбонат- и карбонат-ионы*».

Выше было показано, что щёлочность воды при аэрации самопроизвольно может только уменьшаться. Это означает, что при нормальных условиях (давление — атмосферное, температура 25 °C), исходной щёлочности менее $0{,}86\times10^{-3}$ моль/л и *pH* ниже 8,3, достижение равновесной точки невозможно. Например, при исходных $Щ = 0{,}2$ моль/л и $pH = 6{,}5$ в результате аэрации расчётное значение *pH* может повыситься только до 7,7 (при $[CO_2]$ около $8{,}9\times10^{-6}$ моль/л).

**С физической точки зрения влияние аэрации на углекислотное равновесие воды выражается в изменении концентрации углекислого газа в соответствии с законом Генри-Дальтона. А с химической точки зрения — аэрация проводит к смещению равновесия составляющих гидрокарбонатного буферного раствора**

При этом энергия Гиббса согласно (24), (25) и (26) составит $\Delta G^{\circ}_{298,15} = 0{,}00528$ кДж/моль, следовательно, в данном случае наблюдается обратная реакция и повышение щёлочности невозможно. Это объясняет, в частности, почему в градирнях охлаждаемая вода имеет как правило кислую реакцию.

**Результаты расчётов согласно формуле (26)**

табл. 4

| Сер. | Опыт | *pH* | Щёл-сть, моль/л | $\Delta G^{\circ}_{298,15}$, кДж/моль |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.1 | 7,8 | $4{,}1\times10^{-3}$ | 0,0831 |
| | 1.2 | 8,5 | $4{,}2\times10^{-3}$ | –0,0203 |
| 2 | 2.1 | 7,7 | $4{,}2\times10^{-3}$ | 0,1108 |
| | 2.2 | 8,3 | $4{,}2\times10^{-3}$ | 0,0047 |
| | 2.3 | 8,4 | $4{,}2\times10^{-3}$ | –0,0076 |
| 3 | 3.1 | 7,8 | $4{,}3\times10^{-3}$ | 0,0871 |
| | 3.2 | 8,6 | $4{,}3\times10^{-3}$ | –0,0347 |
| | 3.3 | 8,8 | $2{,}7\times10^{-3}$ | –0,0428 |
| | 3.4 | 8,3 | $2{,}7\times10^{-3}$ | 0,0030 |
| 4 | 6.1 | 7,2 | $3{,}2\times10^{-3}$ | 0,2811 |
| | 6.2 | 8,1 | $3{,}3\times10^{-3}$ | 0,0243 |
| 5 | 5.1 | 7,4 | $5{,}6\times10^{-3}$ | 0,3077 |
| | 5.2 | 8,2 | $5{,}6\times10^{-3}$ | 0,0231 |
| 5 | 5.3 | 8,3 | $5{,}0\times10^{-3}$ | 0,0056 |
| 6 | 6.1 | 7,4 | $5{,}7\times10^{-3}$ | 0,3132 |
| | 6.2 | 8,3 | $5{,}1\times10^{-3}$ | 0,0057 |
| | 6.3 | 8,3 | $4{,}4\times10^{-3}$ | 0,0049 |
| 7 | 7.1 | 9,4 | $1{,}8\times10^{-3}$ | –0,1162 |
| | 7.2 | 7,9 | $2{,}0\times10^{-3}$ | 0,0304 |
| | 7.3 | 8,2 | $2{,}4\times10^{-3}$ | 0,0099 |
| 8 | 8.1 | 7,5 | $6{,}3\times10^{-3}$ | 0,2727 |
| | 8.2 | 8,4 | $6{,}5\times10^{-3}$ | –0,0118 |
| 9 | 9.1 | 7,4 | $5{,}4\times10^{-3}$ | 0,2967 |
| | 9.2 | 8,3 | $4{,}8\times10^{-3}$ | 0,0053 |
| | 9.3 | 8,2 | $5{,}0\times10^{-3}$ | 0,0206 |

## Выводы

**1.** Влияние аэрации на углекислотное равновесие воды следует рассматривать как с физической, так и с химической точек зрения. С физической точки зрения оно выражается в изменении концентрации углекислого газа в соответствии с законом Генри-Дальтона, причём широко распространённый термин «отдувка углекислоты» следует считать не вполне корректным, так как изменение концентраций различных газов происходит независимо. С химической точки зрения аэрация проводит к смещению равновесия составляющих гидрокарбонатного буферного раствора.

**2.** Основным фактором, влияющим на значение *pH* при аэрации, является неравномерное течение двух стадий диссоциации угольной кислоты. Точкой равновесия для гидрокарбонатного буферного раствора является значение *pH* около 8,34, после достижения которой происходит постепенное снижение щёлочности воды до значения примерно $0{,}86\times10^{-3}$ моль/л, что соответствует равновесной концентрации углекислого газа $[CO_3^{2-}] = 8{,}8\times10^{-6}$ моль/л (при атмосферном давлении и температуре 25 °C).

**3.** С помощью термодинамических расчётов показано, что химическая реакция в гидрокарбонатном буферном растворе самопроизвольно протекает в сторону образования угольной кислоты (углекислого газа) с уменьшением щёлочности, однако в частных случаях отмечается постоянство значения щёлочности или даже её увеличение, что связано, по-видимому, с изменением показателя стабильности воды, что требует дополнительных исследований. Процесс снижения щёлочности с помощью аэрации весьма продолжителен, что делает его практически бесполезным в реальных условиях.

**4.** Для изучения различных химических процессов, протекающих при водоподготовке, целесообразно и перспективно использование расчётных методик химической термодинамики.

1. Рушников А.Ю. Влияние аэрации на углекислотное равновесие в воде. Часть 1 // Журнал С.О.К., №11/2015.

# Незамерзающий теплоноситель в системе отопления. Спасение или проклятие?

Вопрос применения незамерзающих теплоносителей в системах отопления возник одновременно с началом развития рынка современной отопительной техники в России. Об антифризах, их вреде и пользе, написано несчётное количество публикаций, в том числе и наших. Как рекламного, так и научно-технического характера.

**Автор:** Владимир СЕМУШЕВ, директор Технического департамента компании ООО «Вайлант Груп Рус»

За 20 лет, прошедшие с начала работы компании Vaillant в России, актуальность проблемы сохраняется. А может быть, судя по растущему количеству предложений на рынке незамерзающих теплоносителей, не ослабевает, а нарастает. Проблема в первую очередь в качестве и бесперебойности электроснабжения. У каждого пользователя возникает совершенно оправданное желание защитить свой дом от последствий, связанных с размораживанием систем отопления. Изменилась ли наша позиция вместе с развитием рынка?

Ответ категоричен, но, с точки зрения техники, обоснован: фирма Vaillant запрещает использование любых теплоносителей, отличных от воды, в котлах любых типов. И мы уже 20 лет изо дня в день терпеливо объясняем свою неизменную позицию по данному вопросу.

Более подробно остановимся на настенных котлах Vaillant.

Конструируя теплогенератор, разработчики руководствуются основными физическими принципами тепломассообмена. В процессе теплообмена существенную роль играют физические свойства теплоносителя: удельная теплоёмкость, теплопроводность, вязкость, плотность, коэффициент объёмного расширения. Выбирая на стадии проектирования котла теплоноситель, мы уже фиксируем определённые свойства теплогенератора и особенности его конструкции.

Фирма Vaillant выбрала универсальный, нейтральный, доступный и удобный для частного потребителя теплоноситель — воду. Её физические свойства учтены в конструкции гидравлических компонентов котла и горелочного устройства, они жёстко запрограммированы в запоминающем устройстве электроники котла, который управляет работой и контролирует все процессы, протекающие в аппарате. Для управления и контроля в настенных котлах Vaillant используются два или три температурных датчика, которые располагаются на первичном (внутреннем) контуре аппарата, датчики расхода греющего теплоносителя и нагреваемой воды для системы ГВС. Благодаря им электроника получает сведения об абсолютных значениях температур, их разности, скорости изменения. И по этим данным осуществляется управление. Любое отклонение физических свойств теплоносителя от стандартных, записанных в ПЗУ и присущих воде, вызывает, как следствие, некорректное выполнение всех функций управления, с этим связанных.

Мы не ставим целью каким-либо образом задеть интересы изготовителей незамерзающих теплоносителей, но, тем не менее, считаем, что заявляемая полная идентичность теплоносителей воде и стабильность всех физических свойств в определённом диапазоне температур не может быть достигнута в принципе. Кроме этого, в системах отопления, как правило, работают растворы подобных теплоносителей. Вопрос поддержания требуемой оптимальной концентрации антифриза в системе отопления в подавляющем большинстве случаев лежит на частном потребителе. А он чаще всего не имеет полного представления о важности и серьёзности проблем, вызываемых несоблюдением требований изготовителей антифризов и компонентов систем отопления. Подобное отношение присуще не только конечному пользователю, но и многим другим участникам процесса создания и эксплуатации системы отопления здания: проектировщикам, менеджерам по продажам, монтажникам, инженерам пусконаладки, специалистам сервисных служб.

**Фирма Vaillant выбрала универсальный, нейтральный, доступный и удобный для частного потребителя теплоноситель — воду. Её физические свойства учтены в конструкции гидравлических компонентов котла и горелочного устройства, они жёстко запрограммированы в запоминающем устройстве электроники котла, который управляет работой и контролирует все процессы, протекающие в аппарате**

Например, проектировщик, не информированный о желании клиента эксплуатировать будущую систему отопления с антифризом, не может предусмотреть в расчётах соответствующие изменения теплоотдачи отопительных приборов, гидравлики, режимах теплогенератора. Соответственно, он не может правильно выбрать материалы, что на практике грозит существенным снижением качества работы системы, а иногда приводит к её полной неработоспособности. Монтажник не применит материалы и технологии, гарантирующие герметичность разъёмных соединений в течение срока эксплуатации системы. Это приведёт к многочисленным утечкам.

Одно из частых следствий применения антифриза — коррозия элементов системы.

Собранная без учёта специфики незамерзающего теплоносителя система отопления через некоторое время начинает терять теплоноситель: стандартные прокладки и резьбовые соединения не держат жидкость с пониженной относительно воды вязкостью (в том числе и прокладки, используемые в настенных котлах Vaillant). Забывая или не зная о коррозионной активности раствора антифриза низкой концентрации, в котором ингибиторы коррозии перестают работать, потребитель подпитывает систему не раствором проектной концентрации, а свежей, содержащей кислород водой.

**Данная система отопления эксплуатировалась с антифризом. Загрязнённая отложениями трубка котла Vaillant turboTEC**

В сочетании с недействующими ингибиторами свежая вода ещё больше усугубляет проблему. Возникают сквозные коррозионные повреждения металлических частей системы. Иногда, даже поняв масштабы начинающихся разрушений, мы уже не имеем возможности спасти систему даже химической промывкой с последующей заменой антифриза на воду. Ресурс такой системы существенно укорочен за время эксплуатации на антифризе.

Циркулирующие по системе продукты коррозии, как правило, нерастворимы. Они образуют отложения на компонентах системы, приводя к их неработоспособности. Наиболее интенсивные отложения выпадают в самой горячей части системы — в первичном теплообменнике котла.

Современный настенный котёл имеет компактный и мощный теплообменник, что означает очень высокие удельные тепловые нагрузки на его поверхности. Нагрузка на него и так увеличивается из-за того, что при циркуляции в системе другой жидкости снижается коэффициент теплопередачи. А отложения продуктов коррозии в таком теплообменнике могут быстро привести к сбоям в работе и выходу из строя компонентов теплогенератора.

Следует также обратить внимание и на явление термической деструкции гликолевого теплоносителя, которая возникает из-за ухудшения теплообмена. Следствием деструкции являются продукты распада теплоносителя, загрязняющие систему. В настенных котлах, из-за высокой удельной тепловой нагрузки поверхности теплообмена, это явление начнётся сразу с момента ввода в эксплуатацию.

На фото представлены последствия работы системы отопления с антифризом, находившейся без специального наблюдения два года. Сечение трубки обратной линии перед сервисным краном котла полностью перекрыто продуктами распада материалов.

Следует добавить, что всё сказанное относится и к напольным котлам.

Нам могут возразить наши партнёры и клиенты: *«Вы же разрешаете применять антифриз с котлами Protherm! Почему не с Vaillant?»* Ответ покажется кому-то бюрократическим крючкотворством. Но я всё равно считаю необходимым привести его ещё раз. Да, мы разрешали применение незамерзающего теплоносителя с котлами Protherm. Только нужно внимательно вчитаться в каждое слово этого разрешения.

**Первое и главное** — в лаборатории испытывались только два вида теплоносителя и только с определёнными типами и моделями котлов. Это значит, что любые другие теплоносители применяться не могут. Это также значит, что испытанные теплоносители не могут применяться с котлами, не входящими в «список одобрения».

**Второе** — при смене модельного ряда автоматическое распространение разрешения на применение на новые модели не имеет под собой никаких оснований и является заблуждением того, кто думает, что прежнее разрешение действует.

**Третье** — допуск на применение теплоносителя касался только и исключительно стойкости материалов в течение гарантийного срока. То есть производитель снимает с себя ответственность за отклонение потребительских свойств от заявленных в технической документации и не гарантирует сохранение стойкости материалов в течение всего заявленного срока службы изделия.

Ещё один аргумент против незамерзающего теплоносителя — это невозможность в реальных условиях защитить от размораживания систему водоснабжения.

Большой процент современных автономных систем теплоснабжения задействованы и в приготовлении горячей воды. Отказ или остановка системы отопления не приведёт к мгновенному замерзанию воды в здании. За счёт тепловой инерции строительных конструкций здание некоторое время сохраняет тепловую энергию. Это время может быть иногда довольно значительным, и антифриз, по сути, ещё не нужен. Если же здание остыло настолько, что вода начала замерзать, антифриз в системе уже не спасёт систему водоснабжения.

Не будем много говорить о том, что размораживание системы теплоснабжения — это катастрофа для здания и колоссальные убытки для владельца.

Запретить легко. Но есть ли решение? Мы видим его в России в мерах по повышению надёжности электроснабжения и системы теплоснабжения как отдельного инженерного комплекса. Как показала практика, главный риск, который видит пользователь, — это потеря электропитания. Такая авария представляет в наших условиях наибольшую угрозу надёжной эксплуатации здания. В настоящий момент на рынке представлен широкий спектр решений, отличающихся и по цене, и по качеству, разработанных специально для бытовых отопительных аппаратов.

На случай аварии в системах топливоподачи, газоснабжения или в самом теплогенераторе альтернативой может стать резервирование дополнительных теплогенераторов на другом виде топлива или каскадные схемы с несколькими котлами. Это, естественно, существенно удорожает стоимость системы и усложняет её монтаж. Последнее слово в выборе такого решения — за пользователем.

Некоторые потребители непременно желают применять незамерзающие теплоносители в радиаторных системах отопления. Им, например, нет альтернативы для так называемой «дачной» эксплуатации, когда система отопления включается редко и на непродолжительное время в зимний период, а водоснабжение в доме отсутствует. Таким клиентам ООО «Вайлант Груп Рус» напоминает, что антифриз в системе отопления — нарушение требований технической документации. Гарантии завода-изготовителя в таких случаях не действуют.

Однако мы не можем оставлять без внимания пожелания потребителей касательно свойств нашей продукции. Мы продолжаем поиск решения для такой большой группы потенциальных покупателей, которым нужен недорогой энергонезависимый котёл на твёрдом топливе, который может работать с антифризом. Мы надеемся получить такой «дачный» котёл в наш ассортимент в 2016 году.

# Дискуссия: проблемы проектирования, монтажа и сервиса систем теплоснабжения

Вниманию читателей предлагается дискуссия, произошедшая при участии генерального директора ООО «АСЦ Хортэк» Александра Михайловича ГУДИМОВА, генерального директора ООО «ИНТЕС» Ирины Анатольевны ЯШНИКОВОЙ и главного редактора журнала С.О.К. Александра Николаевича ГУДКО. На этот раз темой беседы стали проблемы, возникающие при проектировании, монтаже и сервисе систем теплоснабжения.

**А.Н.Г.: Коллеги, предлагаю обсудить особенности практического подхода к вопросу построения систем теплоснабжения в российских условиях.**

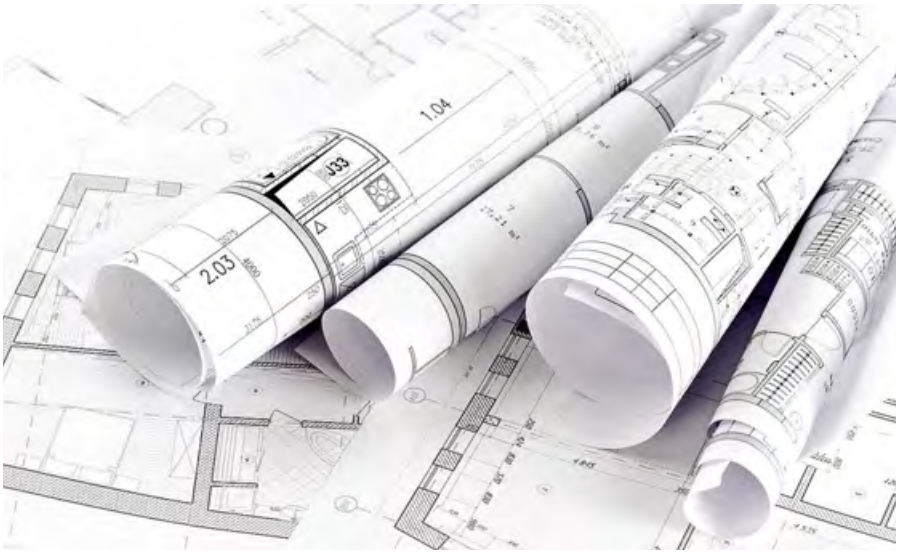
**Г.А.М.:** Тема, безусловно, важная. Предлагаю начать с исторического экскурса. Так сложилось, что в России со времён СССР типовым решением было централизованное отопление. Но с развитием рыночной экономики у нас стали постепенно перенимать европейский опыт технологически развитых стран, например, Скандинавии, где в приоритете — котельная малой и средней мощности до пяти мегаватт или поквартирное отопление. Более гибкие, мобильные компании, типа «ИНТЕС», «АСЦ Хортэк» и прочие видят прогрессивность развития автономного теплоснабжения. Опытные проектировщики обеспокоены тем, что на рынке появились «чудо-проектировщики», половину проектов которых приходится по рассмотрении выбрасывать, а половину вообще даже до конца просматривать не стоит. Приходится знакомиться с проектами, оформленными фирмами однодневками с наёмными сотрудниками на удалённом доступе, в том числе из стран ближнего зарубежья, которые все особенности нашего рынка видят только на экране своего компьютера.

**Я.И.А.:** На самом деле, это и правда большая проблема. И абсолютно правильно сказано насчёт того, что на рынке присутствует мало настоящих «живых» проектных организаций. Кроме того, бывает, что солидные проектные организации делают работу качественно, всё по СНиП, по нормам, всё верно и правильно, но без поправки на сегодняшние реалии, на современное оборудование. Некоторые из них дают согласие на тренинги, на которых их учат проектировать с учётом передового опыта и использования новинок, в том числе и конденсационных котлов. Но не все проектные организации готовы к такому конструктивному диалогу. Причины разные, у кого-то «нимб ярче», кто-то работает по шаблону и др.

**Г.А.М.:** Многие теплотехники-самоучки привыкли к схемам на традиционных котлах. Поэтому появление в схеме нового элемента вызывает неприятие. Специалисты спорят, пытаются доказывать их необязательность, настойчиво предлагают сэкономить на насосе, на гидравлическом разделителе, автоматике…

**Я.И.А.:** А ещё встречаются компании, которые не могут своими силами сделать проект, и нанимают дешёвую силу на субподряд. И не всегда это заканчивается хорошо. В одном из проектов, по которому нам пришлось монтировать систему, почему-то заложили шесть котлов. Мало того, что для такого помещения и условий конструктив должен был быть иной — это ещё привело в повышению финансовых трат. Пришлось выпускать собственный проект с изменением количества котлов, тем более что это было финансово обосновано. Котлы, кстати, установили все конденсационные.

**Г.А.М.:** Большинство строительных организаций забывают одну из интересных и важных статей Градостроительного кодекса РФ (глава 6 статья 48), в которой говорится, что на строительной компании лежит «*…процесс создания современного высокоэффективного экономически обоснованного надёжного технического решения, обеспечивающего экологическую, энергетическую и промышленную безопасность работы эксплуатируемого объекта*»…



**А.Н.Г.: Как показывает практика, с безопасностью бывают проблемы. Известны примеры, когда в проект крышной котельной вводятся традиционные жаротрубные котлы, в которых большой объём теплоносителя — несколько тонн. И это при упомянутом коллегами стиле проектирования.**

**Г.А.М.:** Действительно, жаротрубные котлы — это довольно серьёзная техника, требующая скрупулёзного подхода к проектированию и монтажу, но если мы говорим о крышных котельных как таковых, то их бояться не надо. Крышные котельные — это очень интересное техническое решение, во многих случаях — единственно правильное. И приятно, что есть нормальные проектно-монтажные компании, которые доносят преимущества современной техники до заказчика. Лучше всё же рассматривать для крышной котельной именно конденсационное оборудование.

**Я.И.А.:** Добавлю по поводу вопроса об ответственности исполнителей. Как правило, когда доходит до воплощения проекта в жизнь, очень часто все ошибки исправляют те, кто монтирует оборудование. Хочешь, не хочешь — это уже негласный закон специализации.

**А.Н.Г.: То есть, если схема отопления не работает, хорошие монтажники, как служба скорой помощи, своими силами устраняют ляпы проектировщика — ничего другого не остаётся…**

**Я.И.А.:** Да, это монтажно-проектные организации, у которых есть свой и проект, и монтаж. Куда им деваться?! Заказчику нужно тепло. Естественно, такие компании отвечают перед клиентом за все свои корректировки.

**А.Н.Г.: А случается, что обращаются компании, которые говорят: *«Нам сделали совершенно непотребный монтаж, переделайте, пожалуйста»*?**

**Я.И.А.:** Бывает и так. Почему, говорю, вы к ним-то не обратитесь? Они в ответ: *«Их нет уже давно — непонятная ситуация, телефон не отвечает…»*

**Г.А.М.:** Да, сейчас на рынке такое не в диковинку. Особенно, когда речь идёт о малых объектах, в основном бытового сектора. Часто цена у многих заказчиков из этого сегмента стоит на первом месте. Мы клиентам терпеливо объясняем, что котельная — это серьёзный, технически сложный газоопасный производственный объект. Но всё равно слышишь: *«Мы там-то за столько-то сделали, и вы сделайте за ту же сумму»*.

(слева направо): А. М. Гудимов, генеральный директор ООО «АСЦ Хортэк», И. А. Яшникова, генеральный директор ООО «ИНТЕС», и А. Н. Гудко, главный редактор журнала С.О.К.

**А.Н.Г.: Как говорят в народе, «против лома нет приёма»… Коллеги, а какие основные ошибки допускаются при проектировании подобных систем упомянутыми условными профессионалами?**

**Я.И.А.:** Вы знаете, ошибки бывают разные. Например, присылает заказчик проект. Котлы одной известной немецкой фирмы, но по всем описаниям в документации — другого европейского бренда. И клиент смотрит на нас «голубыми глазами» и говорит: *«А это что, разные компании?!»* Я говорю: *«Вы знаете, даже страны разные»*. Эти демпинг-проектировщики подчас даже не понимают, что они пишут.

**Г.А.М.:** Такие «гримасы», с позволения сказать, проектирования происходят по разным причинам — из-за невнимательности, самоуверенности, технической безграмотности, незнания особенностей проектирования… Как говорится, люди делают работу «на отвяжись». И основная проблема, думаю, именно в этом. Фирма-проектировщик с чьей-то помощью сделала один хороший проект, и по шаблону, меняя только названия оборудования, не вдаваясь в детали, далее штампует проекты. Есть типовое решение, далее просто меняют оборудование. На самом деле каждый котёл имеет свою специфику. И каждая котельная уникальна. Очень редко случается, когда идёт серийная схема — «один в один».

**Как правило, когда доходит до воплощения проекта в жизнь, очень часто все ошибки исправляют те, кто монтирует оборудование. Хочешь, не хочешь — это уже негласный закон специализации**

**Я.И.А.:** Мы как-то делали два, на первый взгляд, абсолютно одинаковых дома. Котельные одинаковые. Папа обустраивал дома для сына и дочки. Но всё равно проекты получилось разными! Каждый дом прочерчивается индивидуально, всё подбирается индивидуально. Да, конечно, котёл один и тот же; да, насосы одни и те же. И вообще все комплектующие — одни и те же. Но всё равно проект реализуется иначе. Здесь чуть угол сделали поуже при строительстве, там стена немного подвинута и т.п.

**Г.А.М.:** Известно, что многие компании-производители отопительного оборудования предлагают именно типовые решения, предлагают к рассмотрению, специально разработанные в AutoCAD схемы в помощь проектировщику. Но их нужно адаптировать под техническое задание. Так пойдите, проконсультируйтесь, узнайте, как это всё делается! Прежде чем проектировать нужно получить определённые знания, хотя бы с производителем пообщаться, пройти этапы сдачи и согласования проекта в своём регионе. Спрашиваешь такого «проектировщика»: *«Вы что-нибудь об этом оборудовании знаете?» «Не знаем». «Ну, а что вы делаете, зачем ввязываетесь, обманываете заказчиков?»*

**А.Н.Г.: Как, вообще говоря, их проекты «проходят»?**

**Г.А.М.:** Дело в том, что они-то как раз и не могут защитить ни одного своего проекта. Взвалили груз на себя по демпинговой цене и всё. А как выкрутиться из такой ситуации — не знают. На сегодняшний день рынок проектировщиков, так же, как и рынок монтажников, характеризуется тем, что появилась непонятная дешёвая рабочая сила, которая берёт деньги, но ответственность за работу (услугу) нести не хочет.

**Я.И.А.:** Наверное, самое лучшее — обращаться в компанию, которая и проектирует, и монтирует, и сервисное обслуживание делает. Тогда клиент точно не ошибётся.

**Г.А.М.:** Совершенно точно — эти компании вникают в детали, они не новички на рынке, они не только красиво говорят, но и качественно делают. Кроме того, понятно, что если перед вами компания полного цикла, то «переводить стрелки» при появлении проблем в работе системы теплоснабжения не на кого будет. Конечно, СНиП, СП и т.п. никто не отменял, членство в авторитетной СРО… Но гарантией для заказчика может быть только компания полного цикла.

**Г.А.М.:** Если бы мы все (я имею в виду всех участников рынка) были бы компетентны, всё было бы так, как нужно, и таких проблем в процессе эксплуатации не возникало бы. Но реалии, увы, иные.

**А.Н.Г.: Каково примерно соотношение организаций, продающих комплексные услуги, и таких, которые предлагают делать дешёвые проекты?**

**Я.И.А.:** Они каждый день появляются, и так же быстро исчезают. Проекты, монтаж… Интернет пестрит рекламой.

**А.Н.Г.: Быть может, возможно законодательно отрегулировать эту ситуацию?**

**Я.И.А.:** Законодательно — нет, невозможно. И как можно запретить проектные бюро?

**Г.А.М.:** Действительно — никак. Только здоровая конкуренция.

**А.Н.Г.: Значит, спасение в повышении образованности потребителя?**

**Я.И.А.:** Видимо, да.

**Грамотность заказчика — очень важный момент. Грамотный заказчик сам понимает, что котельная — это дорогостоящий продукт со сроком эксплуатации несколько лет**

**Г.А.М.:** Грамотность — очень важный момент. Потому интересно общаться с некоторыми заказчиками, которые действительно живут с мыслью получить что-то интересное и стоящее. Техника, в том числе и отопительная, развивается. Например, ещё недавно КПД в 90 процентов был чем-то сверхестественным, а конденсационный котёл — диковинкой. Сейчас этот сегмент отопительного оборудования — один из самых привлекательных. Грамотный заказчик сам понимает, что котельная — это дорогостоящий продукт со сроком эксплуатации несколько лет. Зачем подвергать себя дополнительным расходам, вкладываясь через некоторое время в ремонт или реконструкцию своего отопительного пункта? Хотя, образно говоря, каждый из нас хотел бы приобрести Mercedes по цене отечественного автомобиля. И часто возникает мнение, что в отопительном сегменте это возможно. Почему-то к котельному оборудованию относятся как к покупке чайника. А котёл — это серьёзный механизм!

**Я.И.А.:** Совершенно верно. Лозунг сегодняшнего дня: «*Даёшь дёшево!*». Недавно столкнулись с проектом, в котором обнаружилась следующая цепочка: заказ дали генподрядчику, генподрядчик — субподрядчику, субподрядчик — субсубподрядчику… Ну и как при такой схеме может быть дёшево?

**Г.А.М.:** Да, смешно. Но не инвестору. Он заплатил, фигурально выражаясь, как за шкаф из красного дерева, а получил… садовую скамейку. И впридачу финансовое ярмо — обязанность каждые два-три года менять всё это оборудование. И это не говоря об обслуживании…

**Я.И.А.:** Обслуживать оборудование просто необходимо. Хочется донести эту мысль до читателей журнала. Повторю, что котёл — это высокотехнологичное, сложное оборудование. Его можно сравнить с какой-нибудь иномаркой. Иномарку её владелец не будет обслуживать где-то в гараже, а, скорее всего, поедет в какой-нибудь сертифицированный автосервис для проведения планового технического обслуживания.

**Г.А.М.:** Ключевая фраза — «поедет делать ТО». Почему-то все автомобилисты задумываются о замене масла, доливают «незамерзайку», меняют свечи, колёса и т.д. А котёл, который стоит иногда дороже автомобиля, не обслуживают…

**Я.И.А.:** Котельную обязательно нужно обслуживать, согласна. Где её обслуживать — это отдельный вопрос. Мне кажется, нужно это делать в той компании, которая специализируется на конкретном оборудовании. Но есть умельцы, берущиеся за всё: «*Да что там — подача, обратка, насос… водичка дорожку найдёт*». Такой вот подход.

**А.Н.Г.: Коллеги, есть ли оценочные данные — каково примерно отношение количества тех клиентов, которые приходят с просьбой об исправлении системы к числу тех, кто заказывает комплексную услугу — по проектированию, монтажу и обслуживанию?**

**Г.А.М.:** Сложно сказать, так как есть и промышленный, и бытовой сектор. Промышленный сектор — это юридические лица, и там люди, например, более ответственно относятся к вопросу сервиса. Они заключают договор и котельную без обслуживания не оставляют. А вот количество заказов в бытовом секторе обычно после больших морозов, после длительных праздников, для сервисанта увеличивается — многие владельцы из этого потребительского сегмента к сервису относятся прохладно.

**Я.И.А.:** Да, на самом деле. И потребители звонят в таких случаях не в фирмы-однодневки, а тому, у кого есть дежурные специалисты, диспетчерская служба, аварийные сервисные бригады и так далее, и тому подобное, а также производителю. А куда ещё звонить, если не дозвонился своему монтажнику?

**А.Н.Г.: Думаю, у потребителей за рубежом проблем, которые мы с вами обсуждаем, нет. Как у них вообще построена работа, взаимодействие «исполнитель — заказчик»?**

**Я.И.А.:** За рубежом три года учатся для того, чтобы получить право оказывать услуги в области теплоснабжения. У нас в стране раньше тоже ПТУ были. Только мы всю свою систему образования разрушили. А в той же Европе, даже чтобы монтировать пластиковые трубы, у тебя должна быть книжечка, подтверждающая, что ты три года отучился.

И учатся за рубежом иначе — не сидят целыми днями и пишут теорию, а всё познают на практике.

**А.Н.Г.: То есть, вопрос необходимости комплексного подхода там не стоит, поскольку гарантом там выступает профессионализм и качество услуги?**

**Я.И.А.:** За рубежом невозможно просто прийти, купить членство СРО, как в России, сегодня сделать работу «тяп-ляп», а завтра исчезнуть. Плюс там несколько иной подход к проектированию, к монтажу и к инновационности. Потому что топливо очень дорогое. Там каждый процент КПД ценен. Допустим, в Нидерландах на 97 процентов законодательно разрешена к установке только конденсационная техника. Вся она достаточно дорогая, в том числе и в Европе. Но там государство выделяет дотации для того, чтобы потребители — будь то организация или частник — устанавливали себе именно энергосберегающую технику.

**Г.А.М.:** Возвращаясь к России — на самом деле, если заказчик выбирает маршрут «проектная организация — монтажная фирма — сервисная компания», то он должен понимать, что хождение по такому кругу ему всё равно обойдётся дороже, в отличие от обращения в организацию, которая оказывает комплексную услугу.

**Я.И.А.:** Тут опять будет уместно провести аналогию между высокотехнологичным отопительным оборудованием и автомобилем. Потребитель покупает автомобиль, то есть готовое изделие. Он же не приобретает отдельно крышу, отдельно колёса и т.д.

**Г.А.М.:** Котёл — это не колесо, понятное дело. Его так просто не поменяешь. А если «встал» котёл — тепла нет, воды нет, система замёрзла, производство стоит, идут потери.

**А.Н.Г.: Коллеги, хотелось бы услышать ваше мнение о том, как обстоят дела с обслуживанием систем теплоснабжения. Какие проблемы в основном возникают при принятии на обслуживание некорректно и недорого смонтированных систем?**

**Я.И.А.:** Проблемы возникают, если применять дешёвые материалы, например, полипропилен. В европейских условиях он приемлем, потому что там применяются другие стандарты: подача 70 градусов Цельсия, а «обратка» — 50. В России подаваемый теплоноситель имеет температуру 80–90 градусов Цельсия. Соответственно, полипропиленовые магистрали начинают провисать и протекать. Кроме того, недобросовестные или недостаточно профессиональные специалисты демпингующих компаний на стадии или проектирования, или монтажа зачастую неправильно рассчитывают гидравлику, неверно подбирают насосы, а также диаметры трубопроводов.

**Г.А.М.:** Со своей стороны могу добавить, что в упомянутых ранее и устанавливаемых на крыше жаротрубных котлах такие «специалисты» могут, например, не предусмотреть гидро- и шумоизоляцию. Или, допустим, сэкономить на насосе — вместо одного мощного последовательно поставить два маленьких. И тогда получается, что один из насосов постоянно выходит из строя. Это же азбука монтажа — последовательно их вообще нельзя располагать!

**Я.И.А.:** Потребитель должен прежде всего понимать, что в качественной системе заинтересован в первую очередь именно он сам. И котельная, как и теплосеть, делается не на один день. И при этом неважно, что это — огромные склады, административные и промышленные здания или же свой, частный дом.

**Г.А.М.:** Хочу акцентировать внимание на том, что основные затраты заказчика в системах теплоснабжения — не разовые, а распределённые во времени, это так называемая «стоимость владения». Потому в любом случае, специалисты сервисной организации должны быть как следует обучены нюансам работы того оборудования, на котором построена обслуживаемая ими система. У этой сервисной организации должны быть хорошо построенные взаимосвязи с главным лицом того или иного производителя через авторизированный сервисный центр.

**А.Н.Г.: Умения, опыт всегда были залогом того, что потребитель получит качественную и адекватную по цене услугу…**

**Г.А.М.:** В одной из прочитанных мной статей автор высказал мнение, что сейчас у нас идут по сути «вторые 90-е». Но с тем отличием, что если в прежние 90-е главным условием были сила и могущество, то сейчас их место заняли интеллект, то есть происходит ментальное противостояние, борьба идей. И мы наблюдаем своего рода реформу отрасли, вытеснение с рынка тех или иных компаний. Если ты слаб и не подготовлен технически, то, естественно, с этого рынка ты уйдёшь. То же касается интеллектуализации оборудования — при модернизации системы теплоснабжения выбора в пользу зарубежного оборудования бояться не надо. Его установка позволяет перестать постоянно тратить деньги на ремонт или перевооружение старого фонда. Если потребитель выбрал качественное проверенное оборудование, позаботился о «правильном» проектировании и монтаже, техника будет работать «как часы». Сэкономленные на обслуживании этого оборудования деньги можно вложить туда, где они действительно необходимы. И так потихонечку будет развиваться отрасль.

Нужно вводить системы отопления с низкотемпературным режимом. Просто брать его и использовать на практике. Да, меняется ёмкость системы, увеличивается радиатор. Но ведь потребитель за эти деньги получает комфортное тепло! В этом направлении необходимо предпринимать решительные действия.

# О возможных причинах неудовлетворительной работы системы отопления

Наш читатель Б. А. Крупнов с большим вниманием ознакомился с материалами слушаний в Общественной палате РФ на тему «Защита потребителей от некачественных и небезопасных отопительных приборов» в связи с многочисленными жалобами граждан «на недостаточный обогрев квартир», опубликованными в статье [1], и представил своё мнение на этот счёт.

**Автор:** Б.А. КРУПНОВ, к.т.н., профессор, МГСУ

С большим вниманием я ознакомился с материалами слушания в Общественной палате РФ на тему «Защита потребителей от некачественных и небезопасных отопительных приборов» в связи с многочисленными жалобами граждан «на недостаточный обогрев квартир», опубликованными в [1]. На слушании прозвучали довольно интересные соображения.

Так, генеральный директор ЗАО «Рифар» А. Лобач отметил, что «*Есть нормативы, которые на сегодняшний день никому не нужны, они не действуют. Проектанты на них не ссылаются. Согласно Минстрою, проектировщик зданий и сооружений не обязан пользоваться стандартами на радиаторы отопления. Он может устанавливать то, что заблагорассудится*». Генеральный директор ООО «Витатерм» В. Сасин предложил дополнить существующий ГОСТ на отопительные приборы «*требованиями по прочности, а также по теплоотдаче*». Заместитель генерального директора ОАО «Фирма Изотерм» А. Серветник считает необходимым пересмотреть «*имеющиеся стандарты, СНиПы, предусматривающие технические условия производства*».

В связи с этим хотелось высказать ряд соображений по проблеме неудовлетворительной работы системы отопления.

Во-первых, Постановлением Правительства РФ от 26.12.2014 №1521-ПП в перечень национальных стандартов, соблюдение требований отдельных разделов которых обязательно, включены Своды Правил, относящие и к проектированию систем обеспечения микроклимата [2–20]. Следует отметить, что на листе общих данных рабочей документации обычно приводится действующая нормативная документация (Своды Правил, СНиПы, ГОСТы и др.), используемая при проектировании. Отступления от норм обычно имеют место при проектировании по заданию частного застройщика.

Во-вторых (это самое главное), жалобы граждан отсутствовали бы, если бы соблюдалось равенство расчётных тепловых потерь в помещении $Q^{р}_{пом}$, расчётной теплоотдачи отопительного прибора $Q^{р}_{оп}$ и количества тепловой энергии $Q^{р}_{т}$, подводимой с горячей водой к отопительному прибору: $Q^{р}_{пом} = Q^{р}_{оп} = Q^{р}_{т}$, Вт.

Однако в ряде случаев фактические теплопотери превышают расчётные, определяемые при разработке проекта по отоплению и вентиляции. Это объясняется тем, что в настоящее время наружные стены — многослойные, состоящие из конструктивного и теплоизоляционного слоёв. И их фактические значения приведённого сопротивления теплопередаче, во многом зависящие от качества выполняемых при строительстве теплоизоляционных работ, меньше принятых в проекте. В результате понижается коэффициент теплотехнической однородности конструкции. Кроме того, в ходе строительства происходит замена строительных материалов, предусмотренных в проекте, на материалы с худшими теплотехническими показателями [2].

**В перечень национальных стандартов, соблюдение требований отдельных разделов которых обязательно, включены Своды Правил, относящие и к проектированию систем обеспечения микроклимата**

Отопительные приборы, устанавливаемые, как правило, под окнами, в действительности закрываются жильцами экранами, шторами, что значительно снижает их теплоотдачу. Кроме того, в ходе капитального ремонта в приобретаемых квартирах происходит замена отечественных отопительных приборов [21] на зарубежные с меньшей теплоотдачей. Бывают и ошибки при подборе отопительных приборов. К снижению теплоотдачи отопительных приборов приводит неудовлетворительная эксплуатация системы отопления, не соответствующая требованиям Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок [22].

В соответствии с пунктом 9.3.3 [22] *«К отопительным приборам должен быть обеспечен свободный доступ. Устанавливаемые декоративные экраны (решётки) не должны снижать теплоотдачу приборов, препятствовать доступу к устройствам регулирования и очистке приборов»*.

В ряде домов с наружными стенами из кирпича радиаторы устанавливаются под окнами в нишах, что приводит к значительным дополнительным тепловым потерям в пределах площади ниши. Для уменьшения тепловых потерь за отопительным прибором следует размещать теплоотражающую плёнку или эффективную теплоизоляцию.

Необходимо отметить, что согласно пункту 6.4.4 [7] *«длину отопительного прибора следует определять расчётом и принимать не менее 75 % длины светового проёма (окна) в больницах, детских дошкольных учреждениях, школах, домах для престарелых и инвалидов, и 50 % — в жилых и общественных зданиях»*.

Наконец, в ряде случаев в систему отопления подаётся горячая вода с меньшей температурой, не соответствующей температуре наружного воздуха, то есть не соблюдается температурный график отпуска тепловой энергии. Теплоснабжающая организация должна осуществлять контроль за параметрами теплоносителя [22, 23].

Необходимо отметить, что, в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 25.01.2011 №18-ПП (с изм. на 26.03.2014) «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений…»: *«Требования энергетической эффективности подлежат применению при проектировании, экспертизе, строительстве, вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации построенных, реконструированных или прошедших капитальный ремонт отапливаемых зданий, строений, сооружений, оборудованных теплопотребляющими установками, электроприёмниками, водоразборными устройствами и (или) устройствами для использования природного газа, с целью обеспечения потребителей энергетическими ресурсами и коммунальными услугами»*.


1. В Общественной палате обсудили, как защитить граждан от небезопасных радиаторов // Журнал С.О.К., №1/2016.
2. СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий».
3. СП 51.13330.2011 «СНиП 23-03–2003 «Защита от шума».
4. СП 52.13330.2011 «СНиП 23-05–95* «Естественное и искусственное освещение».
5. СП 54.13330.2011 «СНиП 31-01–2003 «Здания жилые многоквартирные».
6. СП 56.13330.2011 «СНиП 31-03–2001 «Производственные здания».
7. СП 60.13330.2012 «СНиП 41-01–2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
8. СП 61.13330.2012 «СНиП 41-03–2003 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».
9. СП 62.13330.2011 «СНиП 42-01–2012 «Газораспределительные системы».
10. СП 89.13330.2012 «СНиП II-35–76 «Котельные установки».
11. СП 105.13330.2012 «СНиП 2.10.02–84 «Здания и помещения для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции».
12. СП 106.13330.2012 «СНиП 2.10.03–84 «Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения».
13. СП 108.13330.2012 «СНиП 2.10.05–85 «Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна».
14. СП 109.13330.2012 «СНиП 2.11.02–87 «Холодильники».
15. СП 113.13330.2012 «СНиП 21-02–99* «Стоянки автомобилей».
16. СП 118.13330.2012 «СНиП 31-06–2009 «Общественные здания и сооружения».
17. СП 120.13330.2012 «СНиП 32-02–2003 «Метрополитены».
18. СП 124.13330.2012 «СНиП 41-02–2003 «Тепловые сети».
19. СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01–99* «Строительная климатология».
20. СП 132.13330.2011 «Обеспечение антитеррористической защищённости зданий и сооружений. Общие требования проектирования».
21. Крупнов Б.А., Крупнов Д.Б. Отопительные приборы, производимые в России и ближнем зарубежье: Изд. 4-е. — М.: Изд-во АСВ, 2015.
22. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок: Утв. Приказом Минэнерго России от 24.03.2003 №115.
23. Правила техники безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей. — М.: ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2006.



На правах рекламы.

Смартфон.
Смарт-зонды.
Умные технологии.

Testo Smart Probes: компактные профессиональные измерительные приборы, разработанные для применения со смартфоном/планшетом, в специальном комплекте для отопления

- Для решения основных измерительных задач при пусконаладке и обслуживании систем отопления
- Просмотр и анализ данных измерений, создание и отправка отчетов через мобильное приложение testo Smart Probes
- Удобство хранения и транспортировки с кейсом testo Smart Case

Комплект смарт-зондов testo для систем отопления

www.testo.ru

Фото авторов.

# Разработка алгоритма управления системами теплоснабжения при снижении температуры теплоносителя

Рассматривается задача определения изменения основных параметров системы теплоснабжения (расхода теплоносителя, диаметра тепловой сети и тепловых потерь при транспортировке) в зависимости от изменения температуры теплоносителя. Приведены графики, показывающие, насколько необходимо изменить вышеуказанные параметры при снижении/увеличении температуры теплоносителя.

**Авторы:** О.Ф. ГАВЕЙ, инженер, ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ОАО «ММК»); В.И. ПАНФЕРОВ, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой теплогазоснабжение и вентиляция, Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ)

Статья подготовлена на основе материалов сборника докладов VI Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции» НИУ МГСУ.

В настоящее время в работе систем централизованного теплоснабжения на базе теплофикации возникли определённые сложности. Помимо разрегулированности сетей, колоссальной утечки теплоносителя и огромных тепловых потерь при транспортировке, актуальна проблема несоответствия фактических и проектных температурных параметров процесса теплоснабжения. Приведение фактического температурного графика регулирования систем теплоснабжения к их проектному значению является зачастую невыполнимой задачей ввиду отсутствия технической возможности на источниках выработки теплоты.

На сегодняшний день очевидно, что характерный для середины прошлого столетия высокотемпературный график регулирования 150/70 °С в современных условиях уже не является актуальным [1–3]. В настоящее время возрастает интерес к применению низкотемпературных графиков регулирования процесса теплоснабжения: 105/70, 95/70 и 70/50 °С.

Установлено, что такие параметры теплоносителя в системах управления процессом теплоснабжения могут быть применены в современных условиях, однако при этом необходимо разработать новые методы регулирования тепловой нагрузки, обосновать выбор параметров процесса теплоснабжения для каждого конкретного случая и провести адаптацию всех структурных частей системы теплоснабжения, спроектированной для высоких параметров теплоносителя.

К настоящему времени известны наработки по регулированию систем теплоснабжения с низкотемпературными параметрами теплоносителя, а также некоторые исследования, показывающие их преимущество перед высокотемпературными [1–3]. Однако данные наработки ориентированы в основном на новые тепловые сети, спроектированные для новых параметров теплоносителя.

**Сейчас уже очевидно, что характерный для середины прошлого столетия высокотемпературный график регулирования 150/70 °С в современных условиях уже неактуален. В настоящее время возрастает интерес к применению низкотемпературных графиков регулирования процесса теплоснабжения: 105/70, 95/70 и 70/50 °С**

Фото авторов.

Основные же рекомендации для старых тепловых сетей следующие: замена теплопроводов с увеличением их диаметров, установка автоматизированных тепловых пунктов для стабилизации температурного и гидравлического режима, повышение теплозащитных свойств ограждений объектов-потребителей.

На практике эти мероприятия зачастую не проводятся, так как являются либо весьма затратными, либо недостаточными для достижения запланированного эффекта.

В связи с этим возникает необходимость поиска таких параметров для регулирования теплоносителя, при которых было бы возможно осуществлять эффективное (как с точки зрения экономичности, так и с точки зрения обеспечения комфортных условий) управление теплоснабжением в условиях старых тепловых сетей и оборудования.

На первоначальном этапе исследования была поставлена задача определения того, как снижение температуры теплоносителя должно повлиять на увеличение его расхода с тем, чтобы доставляемая тепловая мощность (доставляемый теплоносителем поток теплоты) была бы прежней. В результате решения этой задачи был разработан алгоритм управления расходом теплоносителя, причём в двух вариантах — без учёта и с учётом характеристик теплопотребляющего оборудования. В частности, алгоритм управления расходом, учитывающий характеристики теплопотребляющего оборудования, имеет следующий вид:

$$G+\Delta G=\frac{KF\left(t-t_{\text{вн}}\right)}{2c\Delta t+\dfrac{KF\left(t+\Delta t-t_{\text{вн}}\right)}{G}}, \qquad (1)$$

где $KF$ — произведение коэффициента теплопередачи на площадь поверхности эквивалентного отопительного прибора, Вт/°С; $G$ — расход теплоносителя для предыдущего (базового) режима теплоснабжения, кг/с; $\Delta G$ — необходимое изменение расхода теплоносителя для низкотемпературного режима, кг/с; $t_{\text{вн}}$, $t$ и $\Delta t$ — температура внутреннего воздуха объекта теплоснабжения, температура теплоносителя в подающем теплопроводе в базовом режиме и изменение температуры теплоносителя при низкотемпературном теплоснабжении, соответственно, °С; $c$ — удельная теплоёмкость теплоносителя, кДж/(кг·К); $G+\Delta G$ — необходимый расход теплоносителя при новом режиме теплоснабжения.

Для наглядности полученных результатов на рис. 1 приведён график зависимости изменения расхода теплоносителя от изменения температуры теплоносителя. На данном графике представлено изменение расхода теплоносителя в зависимости от изменения его температуры с учётом свойств теплопотребляющего объекта для следующих условий: $t$ = 150 °С, $KG$ = 7000 Вт/°С, $t_{\text{вн}}$ = 20 °С.

**Рис. 1. Зависимость изменения расхода теплоносителя от изменения температуры теплоносителя при прочих равных условиях с учётом свойств теплопотребляющего объекта**

Показано, что при снижении температуры на 5, 10, 20, 30, 40 и 50 % расход теплоносителя необходимо увеличивать на 6,2; 13,1; 30,2; 53,4; 86,7 и 138,3 %, соответственно.

На следующем этапе исследования было выявлено, как должен измениться диаметр теплопроводов, чтобы при прокачке другого (нерасчётного) расхода по тепловым сетям потери давления остались прежними. Зависимость, позволяющая оценить изменение диаметра теплопроводов вследствие изменения температуры теплоносителя (теплопотребляющие характеристики объекта учтены), выглядит следующим образом:

$$\frac{\Delta D}{D}=\left[\frac{KF\left(t-t_{\text{вн}}\right)}{2cG\Delta t+KF\left(t+\Delta t-t_{\text{вн}}\right)}\right]^{\frac{8}{21}}-1, \qquad (2)$$

где $D$ — диаметр теплопровода, м; $\Delta D$ — изменение диаметра теплопровода, м.

Результаты решения данной задачи иллюстрируются на рис. 2, в частности, для случая снижения температуры теплоносителя в подающем теплопроводе со 150 на 95 °С необходимо увеличить диаметр теплотрассы на 23 %.

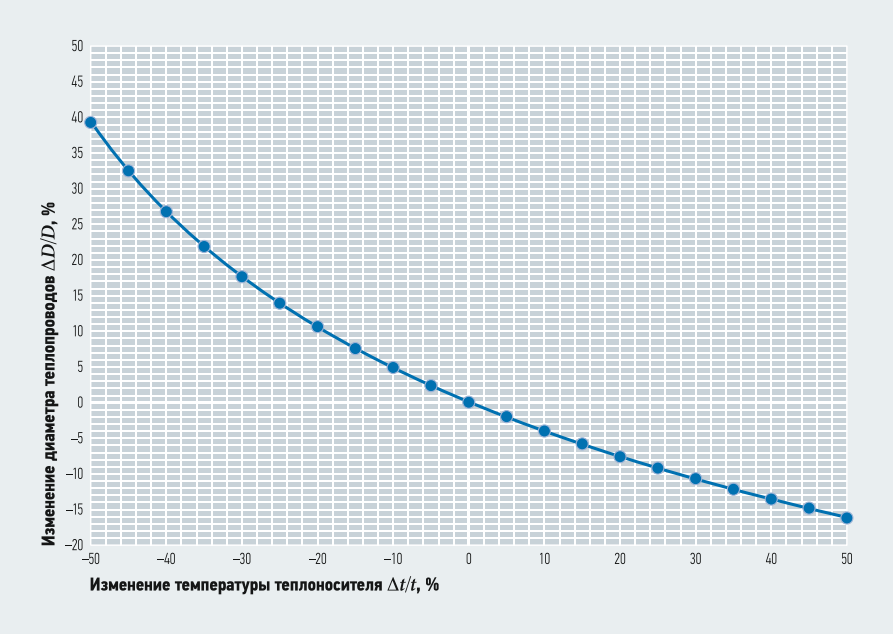



**Рис. 2. Зависимость доли изменения диаметра теплопровода от изменения температуры теплоносителя с учётом свойств теплопотребляющего объекта**

**Возникает необходимость поиска таких параметров для регулирования теплоносителя, при которых было бы возможно осуществлять эффективное (с точки зрения экономичности и обеспечения комфортных условий) управление теплоснабжением в условиях старых тепловых сетей и оборудования**

Необходимо отметить, что изменение диаметра на указанные величины происходит при условии неизменной удельной потери давления на трение. В некоторых случаях, когда изначально диаметр тепловых сетей подобран с некоторым запасом прочности, и удельная потеря давления не предельная, оптимальный диаметр тепловой сети при изменении температуры может отличаться от того, который получается по зависимости.

Например, считается, что на «Магнитогорском металлургическом комбинате» диаметр теплопроводов на 10% больше, чем было необходимо для параметров теплоносителя 150/70 °С, для которых системы теплоснабжения были спроектированы. Это означает, что, судя по полученному графику, можно было бы снизить температуру теплоносителя примерно на 20%, то есть осуществить переход на температурный график теплоснабжения 120/70 °С без изменения диаметра тепловых сетей и без существенного увеличения мощности электрических сетевых насосов для перекачки теплоносителя.

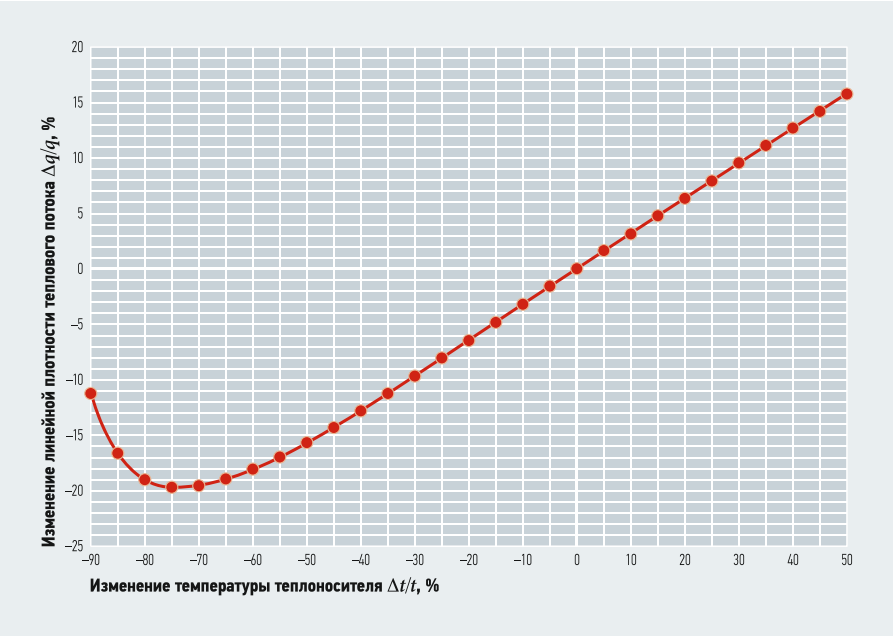



**Рис. 3.** Изменение линейной плотности теплового потока от изменения температуры теплоносителя в относительных единицах

Следующая задача заключалась в определении изменения тепловых потерь и расхода электроэнергии на перекачку теплоносителя при снижении его температуры и изменении диаметра изолированных теплопроводов.

Итоговая зависимость выглядит следующим образом:

$$\frac{\Delta q}{q} = \left(1 - \frac{\frac{\Delta t}{t}}{1 + \frac{\Delta t}{t}}\right)^{\frac{8}{21}} \frac{\frac{\Delta t}{t}}{1 - \frac{t_{нар}}{t} + 1}, \qquad (3)$$

где $q$ — линейная плотность теплового потока, Вт/м; $\Delta q$ — изменение линейной плотности теплового потока, Вт/м; $t_{нар}$ — температура наружного воздуха, °С.

Для упрощения функции (3) введены следующие обозначения:

$$\frac{\Delta q}{q} = y;\ \frac{\Delta t}{t} = x;\ 1 - \frac{t_{нар}}{t} = a.$$

Тогда последняя зависимость перепишется в виде:

$$y = \left(1 - \frac{x}{1+x}\right)^{\frac{8}{21}} \left(\frac{x}{a} + 1\right) - 1. \qquad (4)$$

Пусть температура теплоносителя составляет 150 °С, а температура наружного воздуха равна –34 °С, тогда $a = 1{,}23$. Для данных условий график зависимости изменения линейной плотности теплового потока от изменения температуры теплоносителя представлен на рис. 3.

График показывает, что с уменьшением температуры теплоносителя значение тепловых потерь уменьшается. Однако при значительном снижении температуры тепловые потери начинают возрастать из-за существенного увеличения площади поверхности теплопроводов.

Полученные соотношения позволяют определять изменение основных параметров тепловой сети — диаметра, расхода, линейной плотности теплового потока — от изменения температуры теплоносителя и, как следствие, оценить затратность мероприятий по переводу систем на низкотемпературное теплоснабжение, и могут быть использованы при формировании критериев для принятия решений.

Фото ОАО «ММК», www.mmk.ru


1. Гершкович В.Ф. Сто пятьдесят… Норма или перебор? (Размышления о параметрах теплоносителя) // Энергосбережение, №5/2004.
2. Панферов В.И., Гавей О.Ф. Оценка влияния температуры теплоносителя на тепловые потери теплопроводов // Вестник ЮУрГУ, 2012.
3. Шарапов В.И., Ротов П.В. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения // Новости теплоснабжения, 2007.

KD NAVIEN

# NAVIEN SMART TOK*

## Будь на связи с теплом!

Виктор Ан

6-кратный Олимпийский и 6-кратный абсолютный чемпион Мира по шорт-треку, заслуженный мастер спорта России

**Настенные двухконтурные газовые котлы SMART TOK***

Удаленное управление с помощью смартфона и Wi-Fi!

www.navien.ru

8 (800) 505 10 05

(бесплатно по РФ)

*Смарт Ток

На правах рекламы.

# К оценке надёжности городских систем теплоснабжения

Рассмотрены технологии повышения надёжности и эффективности систем теплоснабжения городов. Предложена методика расчёта надёжности комбинированных систем теплоснабжения, и произведена сравнительная оценка показателей надёжности для различных типов систем теплоснабжения по величине вероятности их безотказной работы.

**Авторы:** М.Е. ОРЛОВ; В.И. ШАРАПОВ, ФГБОУ ВПО «УлГТУ»

Статья подготовлена на основе материалов сборника докладов VI Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции» НИУ МГСУ.

Анализ работы систем теплоснабжения, проведённый сотрудниками научно-исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические системы и установки» (НИЛ ТЭСУ) УлГТУ в ряде городов России, показал, что в связи с высокой степенью физического и морального износа тепловых сетей и основного оборудования теплоисточников надёжность систем постоянно снижается. Это подтверждается статистическими данными, например, число повреждений при проведении гидравлических испытаний в тепловых сетях города Ульяновска за восемь лет выросло в 3,5 раза [1]. В некоторых городах (Санкт-Петербург, Самара и др.) произошли крупные аварии магистральных теплопроводов во время поддержания в теплосетях высоких температур и давлений, поэтому даже в сильные морозы температуру теплоносителя на выходе из теплоисточника не поднимают выше значений 90–110 °С, то есть теплоисточники вынуждены работать с систематическим недогревом сетевой воды до нормативной температуры («недотопом») [2].

Недостаточные затраты теплоснабжающих организаций на реновацию и капитальные ремонты тепловых сетей и оборудования теплоисточников приводят к существенному увеличению числа повреждений и к росту количества отказов централизованных систем теплоснабжения. Между тем, городские системы теплоснабжения относятся к системам жизнеобеспечения, и их отказ ведёт к недопустимым для человека изменениям микроклимата зданий. В таких условиях проектировщики и строители в ряде городов отказываются от теплофикации новых жилых районов и предусматривают там строительство местных теплоисточников: крышных, блочных котельных или индивидуальных котлов при поквартирном отоплении.

В то же время, федеральным законом №190-ФЗ «О теплоснабжении» [3] предусматривается приоритетное использование теплофикации, то есть комбинированной выработки электрической и тепловой энергии для организации теплоснабжения в городах. Несмотря на то, что децентрализованные системы теплоснабжения не обладают термодинамическими преимуществами теплофикационных систем, их экономическая привлекательность сегодня выше, чем централизованных от ТЭЦ [2].

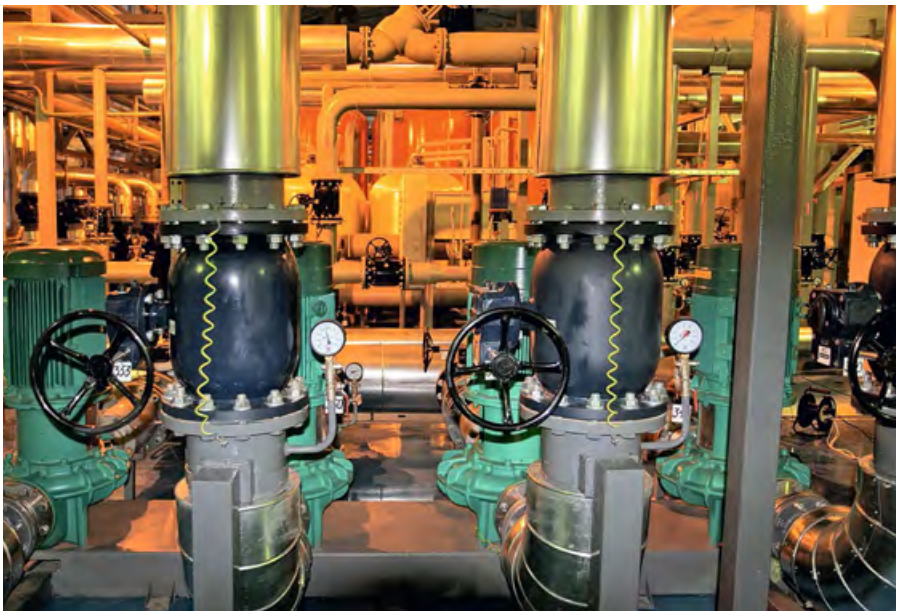


Фото ОАО «Газпром», www.gazprom.ru

В то же время обеспечение заданного уровня надёжности и энергетической эффективности теплоснабжения потребителей является одним из основных требований, которые предъявляются при выборе и проектировании теплофикационных систем согласно федеральному закону №190-ФЗ «О теплоснабжении» [3] и СНиП 41-02–2003 «Тепловые сети» [4]. Нормативный уровень надёжности определяется тремя следующими критериями: вероятностью безотказной работы, готовностью (качеством) теплоснабжения и живучестью.

Надёжность систем теплоснабжения можно повысить либо за счёт повышения качества элементов, из которых они состоят, либо за счёт резервирования. Главной отличительной особенностью нерезервированной системы является то, что отказ любого её элемента приводит к отказу всей системы, а у резервированной системы вероятность такого явления существенно снижается. В системах теплоснабжения одним из способов функционального резервирования является совместная работа различных источников теплоты [4].

С целью повышения надёжности и энергетической эффективности систем теплоснабжения в НИЛ ТЭСУ УлГТУ созданы технологии работы комбинированных теплофикационных систем с централизованными основными и местными пиковыми теплоисточниками, которые объединяют в себе структурные элементы централизованных и децентрализованных систем теплоснабжения [5–8].

На рис. 1 показана структурная схема комбинированной теплофикационной системы с последовательным включением централизованных основных и местных пиковых теплоисточников [5, 6]. В такой системе теплоснабжения ТЭЦ будет работать с максимальной эффективностью при коэффициенте теплофикации, равном 1,0, поскольку вся тепловая нагрузка обеспечивается за счёт теплофикационных отборов пара турбин на сетевые подогреватели. Однако эта система обеспечивает лишь резервирование теплоисточника и повышение качества теплоснабжения за счёт местного регулирования тепловой нагрузки. Возможности повышения надёжности и энергетической эффективности теплофикационной системы в этом решении использованы не в полной мере.

Для устранения недостатков предыдущей системы и дальнейшего совершенствования технологий комбинированного теплоснабжения предложены комбинированные теплофикационные

**В НИЛ ТЭСУ УлГТУ созданы технологии работы комбинированных теплофикационных систем с централизованными основными и местными пиковыми теплоисточниками**

системы, с параллельным включением централизованных и местных пиковых теплоисточников [7, 8], которые при понижении давления или температуры ниже установленного уровня позволяют гидравлически изолировать местные системы теплоснабжения от централизованной. Изменение пиковой тепловой нагрузки в таких системах производится

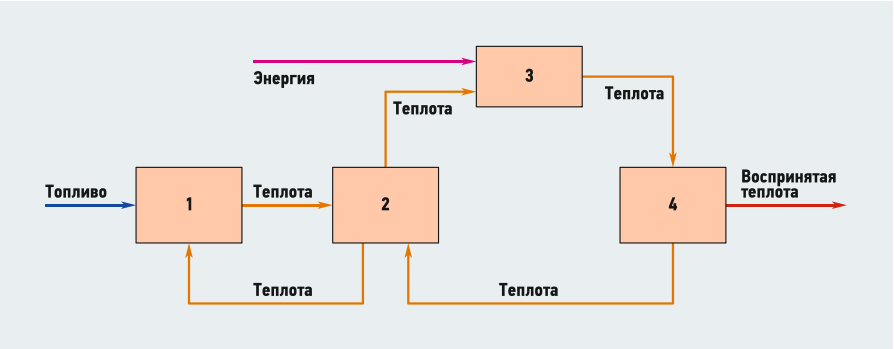



**Рис. 1. Структурная схема комбинированной системы теплоснабжения с последовательным включением централизованных и местных пиковых теплоисточников (1 — ТЭЦ; 2 — тепловая сеть; 3 — пиковый теплоисточник; 4 — потребитель)**

путём местного количественного регулирования у каждого из абонентов за счёт изменения расхода сетевой воды, циркулирующей через автономные пиковые источники теплоты и местные системы абонентов. При аварийной ситуации местный пиковый источник теплоты может использоваться в качестве базового, и циркуляция сетевой воды через него и местную систему теплоснабжения осуществляется с помощью циркуляционного насоса. Анализ надёжности систем теплоснабжения проводят с позиций способности выполнения ими заданных функций. Способность теплофикационной системы выполнять заданные функции определяется её состояниями с соответствующими уровнями мощности, производительности и т.д. В связи с этим необходимо различать работоспособное состояние, частичный отказ и полный отказ системы в целом.

Понятие отказа является главным при оценке надёжности системы теплоснабжения. Учитывая то обстоятельство, что теплоэнергетические установки и системы являются восстанавливаемыми объектами, отказы элементов, агрегатов и систем следует делить на отказы работоспособности и отказы функционирования. Первая категория отказов связана с переходом элемента или системы в момент времени $\tau$ из работоспособного состояния в неработоспособное (или частично неработоспособное). Отказы функционирования связаны с тем, что система в данный момент времени $\tau$ не обеспечивает (или частично не обеспечивает) заданный потребителем уровень теплоснабжения. Очевидно, что отказ работоспособности элемента или системы не означает отказ функционирования. И, наоборот, отказ функционирования может произойти и в том случае, когда отказа работоспособности не произошло. С учётом этого производят выбор показателей надёжности систем.

В качестве единичных показателей надёжности элементов или систем теплоснабжения в целом могут быть использованы известные показатели: $\lambda(\tau)$ — интенсивность (параметр потока отказов) отказов; $\mu(\tau)$ — интенсивность восстановлений; $P(\tau)$ — вероятность безотказной работы в течение периода времени $\tau$; $F(\tau)$ — вероятность восстановления за период времени $\tau$ [9].

Сравним надёжность традиционной и комбинированных теплофикационных систем с одинаковой тепловой нагрузкой 418,7 МВт, из которых базовая нагрузка в размере 203,1 МВт обеспечивается на ТЭЦ с турбиной Т-100-130 (расход сетевой воды 1250 кг/с), а пиковая нагрузка в размере 215,6 МВт пиковыми теплоисточниками. ТЭЦ и потребитель связаны двухтрубной тепловой сетью протяжённостью 10 км [10]. В традиционной теплофикационной системе вся тепловая нагрузка обеспечивается на ТЭЦ. В одной комбинированной системе пиковый теплоисточник установлен последовательно централизованному (рис. 1), в другой — параллельно (рис. 2).

В котельной у потребителя устанавливается три водогрейных котла, один из которых резервный.

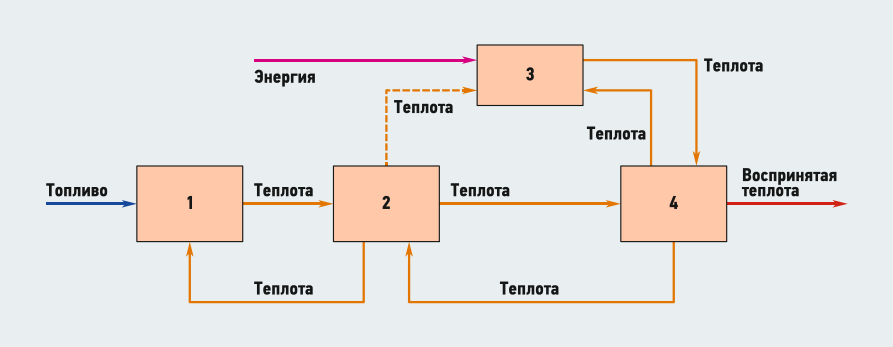



**Рис. 2. Структурная схема комбинированной системы теплоснабжения с параллельным включением централизованных и местных пиковых теплоисточников (1 — ТЭЦ; 2 — тепловая сеть; 3 — пиковый теплоисточник; 4 — потребитель)**

Как видно из рис. 1 и 2, любая теплофикационная система представляет собой сложную структуру. Расчёт показателей надёжности таких многофункциональных систем является достаточно трудоёмкой задачей. Поэтому для расчёта показателей надёжности таких систем используют метод декомпозиции, в соответствии с которым математическая модель расчёта показателей надёжности системы делится на ряд подмоделей. Это деление осуществляется по технологическому и функциональному признакам. В соответствии с этим в теплофикационной системе выделены основной теплоисточник (ТЭЦ), система транспорта теплоты от ТЭЦ к потребителям, децентрализованный пиковый источник теплоты и система распределительных сетей для покрытия отопительных нагрузок. Такой подход позволяет проводить расчёт показателей надёжности для отдельных подсистем независимо. Расчёт показателей надёжности всей теплофикационной системы осуществляется как для параллельно-последовательной структуры [11].

Теплофикационный блок ТЭЦ с точки зрения надёжности представляет собой сложную структуру последовательно соединённых элементов: котлоагрегата, турбины, теплофикационной установки. Для такой структурной схемы отказ одного из агрегатов приводит к отказу всей установки. Поэтому коэффициент готовности теплофикационного блока определится по формуле:

$$k_г^{ТЭЦ} = k_г^к k_г^т k_г^{ту}, \quad (1)$$

где $k_г^{ТЭЦ}$, $k_г^к$, $k_г^т$ и $k_г^{ту}$ — коэффициенты готовности всей ТЭЦ, котлоагрегата, турбины и теплофикационной установки, соответственно [11].

Стационарные значения коэффициента готовности $k_г$ для соответствующих элементов схемы определяются в зависимости от интенсивности восстановлений $\mu$ и интенсивности отказов $\lambda$ по формуле:

$$k_г = \mu/(\mu + \lambda). \quad (2)$$

С использованием методики, приведённой в [12], произведён расчёт показателей надёжности теплофикационного блока с турбиной Т-100-130. В расчётах приняты следующие исходные единичные показатели надёжности, приведённые в справочнике [11]:

- для котлоагрегата $\lambda_к = 6{,}25\times10^{-4}$ ч$^{-1}$, $\mu_к = 1{,}66\times10^{-2}$ ч$^{-1}$;
- для турбины $\lambda_т = 1{,}25\times10^{-4}$ ч$^{-1}$, $\mu_т = 2\times10^{-2}$ ч$^{-1}$;
- для теплофикационной установки $\lambda_{ту} = 0{,}15\times10^{-4}$ ч$^{-1}$, $\mu_{ту} = 1\times10^{-2}$ ч$^{-1}$.

Наименее надёжным элементом в системах теплоснабжения являются магистральные теплопроводы. Частота (интенсивность) отказов каждого участка тепловой сети измеряется с помощью показателя $\lambda$, который имеет размерность 1/(км·год) или 1/(км·ч).

Интенсивность отказов всей тепловой сети (без резервирования) по отношению потребителю представляется как последовательное (в смысле надёжности) соединение элементов, при котором отказ одного из всей совокупности элементов приводит к отказу всей системы в целом. Средняя вероятность безотказной работы $P_с$ системы, состоящей из последовательно соединённых участков, будет равна произведению вероятностей безотказной работы каждого участка:

$$P_с = \prod_{i=1}^{n}(P_i) = \prod_{i=1}^{n}\left(e^{-\lambda_i L_i \tau}\right), \quad (3)$$

где $P_i$ — вероятность безотказной работы $i$-го участка системы; $i = 1–n$ — количество участков в системе; $e$ — основание натурального логарифма; $\lambda_i$ — интенсивность отказов на $i$-м участке теплопровода; $L_i$ — длина $i$-го участка теплопровода; $\tau$ — время, ч. Для описания параметрической зависимости интенсивности отказов используется зависимость от срока эксплуатации следующего вида:

$$\lambda_i = \lambda_0 (0{,}1 T_i)^{1-a}, \quad (4)$$

где $\lambda_0$ — интенсивность отказов в конкретной системе теплоснабжения; $T_i$ — срок эксплуатации $i$-го участка, лет; $a$ — вспомогательный параметр.

Характер изменения интенсивности отказов зависит от параметра $a$: при $a < 1$ она монотонно убывает, при $a > 1$ — возрастает. Принимается значение $a$ по [13], исходя из следующей зависимости:

$$a = \begin{cases} 0{,}8 \text{ при } 1 < T < 3, \\ 1{,}0 \text{ при } 3 < T < 17, \\ 0{,}5e^{\left(\frac{T}{20}\right)} \text{ при } T > 17. \end{cases} \quad (5)$$

Интенсивность отказов магистральных теплопроводов составляет величину $\lambda_0 = 0{,}035$ 1/(км·год) [13].

Для местного децентрализованного источника коэффициент готовности определяется аналогично коэффициенту готовности ТЭЦ, исходя из установленного оборудования.

В расчётах приняты следующие исходные единичные показатели надёжности для местного теплоисточника [11]: для водогрейного котла $\lambda_{вк} = 3{,}3\times10^{-4}$ ч$^{-1}$, $\mu_к = 1{,}32\times10^{-2}$ ч$^{-1}$; для насосного оборудования $\lambda_н = 1{,}02\times10^{-4}$ ч$^{-1}$; $\mu_т = 1{,}2\times10^{-2}$ ч$^{-1}$.

В общем случае, когда на местном пиковом источнике установлено $(m+n)$ агрегатов, из которых $m$ рабочих и $n$ резервных, вероятность того, что в любой момент времени $\tau$ отопительного периода тепловая мощность автономного пикового источника $Q_r$ будет не менее номинального уровня мощности $Q_{rs}$, определится по формуле:

$$P\{Q_r \geq Q_{rs}\} = \sum_{S^+}\left[\frac{(m+n)!}{l!(m+n-l)!}k_г^{(m+n-l)}(1-k_г)^l\right], \quad (6)$$

где $m$ и $n$ — количество рабочих и резервных установок по отпуску $r$-го теплоносителя с единичной производительностью $Q_r$; $k_г$ — коэффициент готовности установки по отпуску $r$-го теплоносителя; $l$ — количество отказавших установок; $S^+$ — подмножество состояний, в которых реализуется условие $Q_r \geq Q_{rs}$.

Вероятность безотказной работы систем распределения теплоты абонента принята по [14] и равна 0,99.

В соответствии с методом декомпозиции комбинированная теплофикационная система представляется совокупностью подсистем, каждая из которых выполняет определённые функции и может находиться в различных состояниях.

На основании полученных матриц состояний отдельных подсистем методом перебора формируется совокупность состояний теплофикационной системы.

Сформированная таким образом матрица состояний теплофикационной системы позволяет рассчитать вероятность её безотказной работы $P_{бр}$:

$$P_{бр} = 1 - \sum_{N^+}(P_i), \quad (7)$$

где $P_i$ — вероятность $i$-го состояния системы; $N^+$ — подмножество состояний, при которых абонент не обеспечивается теплотой.

Также с помощью матрицы состояний можно определить уровень обеспечения потребителя энергией при различных состояниях системы и понять, произойдёт ли отказ функционирования системы при данном состоянии. Проанализировав таким образом всю матрицу, определяем вероятность отказа функционирования системы $P_{оф}$ по формуле:

$$P_{оф} = \sum_{M^+}(P_i), \quad (8)$$

где $M^+$ — подмножество состояний, при которых температура в отапливаемых помещениях опускается ниже 12 °C, то есть происходит отказ функционирования системы.

В результате расчётов по формулам (1)–(8) вероятность безотказной работы для традиционной централизованной теплофикационной системы составила 0,7394, для комбинированной теплофикационной системы (рис. 1) с последовательным включением местного пикового теплоисточника — 0,7400, а для комбинированной системы (рис. 2) с параллельным включением местного пикового теплоисточника — 0,9899.

**Вероятность безотказной работы для традиционной централизованной теплофикационной системы — 0,7394, для комбинированной теплофикационной системы с последовательным включением местного пикового теплоисточника — 0,7400, а для комбинированной системы с параллельным включением местного пикового теплоисточника — 0,9899**

Вероятность отказа функционирования традиционной системы составляет 0,2532; комбинированной системы с последовательным включением пикового теплоисточника — 0,2525, а комбинированной системы с параллельным включением теплоисточников — 0,0177 [10].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что наиболее надёжной городской системой теплоснабжения из рассмотренных является комбинированная теплофикационная система с параллельным включением централизованных и местных пиковых теплоисточников.


1. Шарапов В.И., Орлов М.Е., Чаукин П.Е., Мордовин В.А. Технологии повышения надёжности городских теплофикационных систем // Промышленная энергетика, №3/2014.
2. Орлов М.Е. Повышение энергетической эффективности и совершенствование структуры теплофикационных систем городов // Труды Академэнерго, №1/2012.
3. Федеральный закон «О теплоснабжении» от 27.06.2010 №190-ФЗ.
4. СНиП 41-02–2003. Тепловые сети. — М.: ГУП ЦПП, 2003.
5. Патент №2235249 (RU). Способ теплоснабжения / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов, П.В. Ротов, И.Н. Шепелев; Заяв. и патентообл. УлГТУ. №2003108707/06; Заявл. 28.03.2003; Опубл. 27.08.2004. Бюл. №24.
6. Патент №2235250 (RU). Система теплоснабжения / В.И. Шарапов, М.Е. Орлов, П.В. Ротов, И.Н. Шепелев; Заяв. и патентообл. УлГТУ. №2003108708/06; Заявл. 28.03.2003; Опубл. 27.08.2004. Бюл. №24.
7. Патент №2467255 (RU). Способ теплоснабжения / М.Е. Орлов, В.И. Шарапов, П.Е. Чаукин, В.А. Мордовин; Заяв. и патентообл. УлГТУ. №2011123013/12; Заявл. 07.06.2011; Опубл. 20.11.2012. Бюл. №32.
8. Патент №2467257 (RU). Способ теплоснабжения / М.Е. Орлов, В.И. Шарапов, П.Е. Чаукин, В.А. Мордовин; Заяв. и патентообл. УлГТУ. №2011123023/12; Заявл. 07.06.2011; Опубл. 20.11.2012. Бюл. №32.
9. Сапрыкин Г.С. Надёжность оборудования тепловых электростанций. — Саратов: Изд-во СГТУ, 1972.
10. Шарапов В.И., Орлов М.Е., Кунин М.В. Анализ надёжности комбинированных теплофикационных систем // Надёжность и безопасность энергетики, №3/2014.
11. Антонов Г.Н. и др. Надёжность систем энергетики и их оборудования: Справ. Т. 1 / Под ред. Ю.Н. Руденко. — М.: Энергоатомиздат, 1994.
12. Петрушкин А.В. Эффективность комбинированных систем теплоснабжения: Дис. на соиск. уч. ст. к.т.н. по спец. 05.14.01. — Саратов: СГТУ, 1998.
13. Методические указания по разработке схем теплоснабжения // Утверждены приказом Минэнерго и Минрегиона РФ от 29.12.2012 №565/667.
14. Китушин В.Г. Надёжность энергетических систем: Теоретические основы. Уч. пособ. Ч. 1. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003.

# Интеграция систем кондиционирования в автоматизированные системы управления зданием

За последние несколько десятилетий существенно возросло энергопотребление, усложнились управление и мониторинг всех инженерных сетей, включая системы кондиционирования и отопления. И во многом для решения этих проблем появились системы автоматизации, которые должны обеспечивать достижение эффективного, безопасного и энергосберегающего функционирования здания.

**Автор:** И.Е. РУМЯНЦЕВ, технический директор GENERAL-Russia

Кондиционеры уже давно входят в стандартный набор инженерных систем современного здания, дополняя комплекс традиционных систем. Но активное развитие инженерных сетей обернулось не только повышением комфорта — как известно, у любой медали есть обратная сторона. За последние десятилетия существенно возросло энергопотребление, усложнились управление и мониторинг всех инженерных сетей. Это в равной степени относится как к крупным промышленным объектам, так и к относительно небольшим объектам жилого комплекса. И во многом именно для решения этих вопросов активное развитие получили системы автоматизации зданий.

Всё чаще, приобретая систему кондиционирования, заказчик интересуется возможностями интеграции в «умный дом». Под этим термином многие в России стали подразумевать огромный спектр решений по управлению и мониторингу инженерных сетей. Любые решения, начиная с управления отдельными устройствами с помощью мобильного телефона и заканчивая полноценной автоматизированной системой управления зданиями, слились в одно понятие. Это вызывает путаницу, но не отменяет сути — такие решения востребованы на рынке и продолжат развиваться, даже несмотря на экономические катаклизмы.

В последние годы практически во всём мире активно развивался рынок систем автоматизации зданий. Общие темпы роста были довольно впечатляющими — от 15 до 25%. Но стоит отметить, что причины, побуждающие клиентов к заказу таких систем в разных странах, могли сильно отличаться. Например, если в Европе основным мотивом для автоматизации является энергосбережение, и только потом идёт комфорт, то в России традиционно было две крайности. Либо на первом плане был комфорт и имиджевая составляющая без оглядки на финансовые аспекты, либо минимальный бюджет и функционал на уровне охранно-пожарной сигнализации. С учётом изменения экономической ситуации ожидается, что основные мотивы, побуждающие российских клиентов к интеграции в АСУЗ, скорректируются, но темпы роста сохранятся практически на том же уровне. И вне зависимости от мотивов заказчика интеграция систем кондиционирования и отопления в автоматизированные системы управления зданием является одной из основных задач.

### Немного терминологии

**Умный дом** (англ. smart house и intelligent building) — система управления и мониторинга, которая обеспечивает безопасность, ресурсосбережение и комфорт для пользователей. А также жилой дом современного типа, организованный для проживания людей при помощи автоматизации и высокотехнологичных устройств.

**АСУЗ, Автоматизированная система управления зданиями** (англ. Building Management System, BMS) — это интегрированная сеть данных и система управления, предназначенная для автоматизации, мониторинга и контроля инженерных систем здания: вентиляции, отопления и кондиционирования, водоснабжения и канализации, электроснабжения, освещения и т.д. Система должна обеспечивать достижение эффективного, безопасного и энергосберегающего функционирования здания.

Хотя АСУЗ является более обобщающим понятием, а «умный дом», по сути, одним из её вариантов, который используется для относительно небольших жилых объектов, в России эти два термина в лексиконе клиентов сливаются в один — «умный дом». Тем не менее, в рамках этой статьи, говоря в общем обо всех решениях по автоматизации, я буду использовать аббревиатуру АСУЗ.

Ведь, с одной стороны, на эти системы приходится более 40% эксплуатационных затрат здания, а с другой — именно они непосредственно отвечают за комфорт пользователей.

## Преимущества автоматизации

АСУЗ — одна из самых прогрессивных концепций взаимодействия человека с жилым пространством, когда в автоматизированном режиме в соответствии с внешними и внутренними условиями задаются и отслеживаются режимы работы всех инженерных систем и электроприборов. Она позволяет автоматизировать большинство рутинных процессов, при этом существенно повысив эффективность, экономичность и надёжность при эксплуатации здания, оперативность при возникновении аварийных ситуаций, а также комфорт любого пользователя.

Например, система отопления никогда не будет работать против системы кондиционирования, а поддерживаемая температура будет корректироваться по прогнозу погоды, в зависимости от текущих условий, таких как температура и влажность уличного воздуха, сила ветра, время суток и т.п. Исключается необходимость пользоваться несколькими пультами при просмотре ТВ, большим количеством выключателей при управлении освещением, отдельными контроллерами при управлении кондиционированием, вентиляцией и отоплением, системами видеонаблюдения и др.

Помимо этого можно отметить ещё два важных аспекта — диспетчеризация инженерных систем и автоматический сбор статистических данных.

Диспетчеризация обеспечивает круглосуточное наблюдение за работой всех систем в режиме реального времени. АСУЗ отслеживает даже минимальные отклонения от нормы и тут же информирует диспетчера о потенциальной опасности или ожидаемой поломке. А статистические отчёты о результатах работы инженерного оборудования позволяют анализировать её эффективность и в случае необходимости провести поднастройку систем.

## Выбор решения

Благодаря тому, что данное направление весьма востребовано, на сегодняшний день практически все ведущие производители кондиционеров предлагают те или иные решения по интеграции в АСУЗ с помощью различных адаптеров, конверторов и шлюзов. Но из-за того, что каждый производитель использует собственные внутренние протоколы обмена данных, большинство дополнительных устройств интеграции не являются универсальными. С другой стороны, базовые принципы выбора решения по автоматизации и его реализации являются общими для любого производителя.

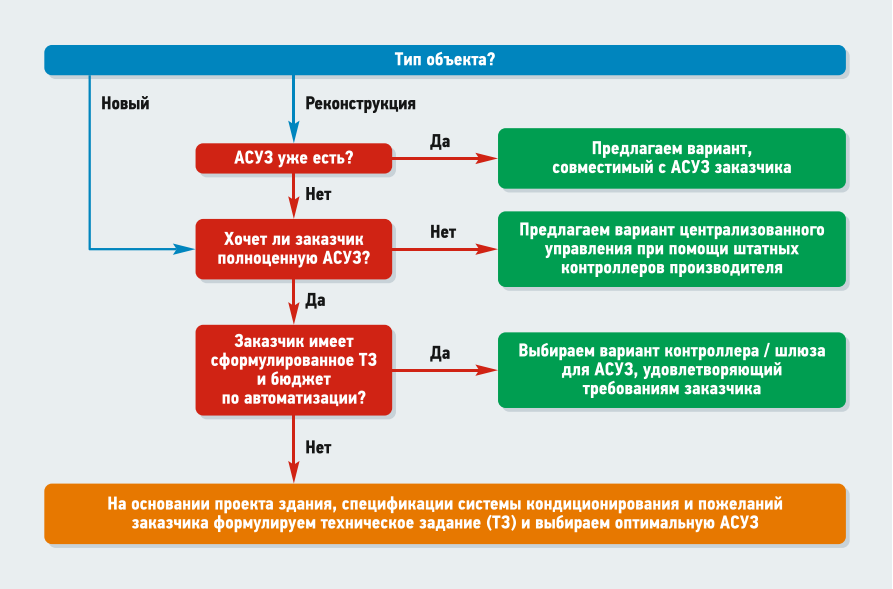



**Рис. 1.** Блок-схема выбора системы автоматизации

Учитывая, что задача по интеграции системы кондиционирования, как правило, не предполагает полной разработки всей системы автоматизации здания с нуля, я не буду подробно останавливаться на классификации систем АСУЗ, их особенностях и нюансах, но приведу пример блок-схемы, позволяющей предложить корректный вариант при выборе системы автоматизации (рис. 1).

Таким образом, в большинстве случаев задача сводится к интеграции в один из сетевых протоколов, применяемых в системах автоматизации зданий и сетях управления. И несмотря на то, что таких протоколов очень много, можно выделить наиболее часто применяемые — KNX, Modbus, LonWorks (LonTalk) и BACnet.

**Диспетчеризация обеспечивает круглосуточное наблюдение за работой всех систем в режиме реального времени. АСУЗ отслеживает даже минимальные отклонения от нормы и тут же информирует диспетчера о потенциальной опасности или ожидаемой поломке. А статистические отчёты о результатах работы инженерного оборудования позволяют анализировать её эффективность и в случае необходимости провести поднастройку систем**

Именно для этих протоколов многие производители имеют готовые решения по интеграции. Если на объекте необходимо интегрироваться в другой протокол, то, как правило, подбирают дополнительный конвертор сторонних производителей. С его помощью согласовывают одно из решений, предлагаемых производителем кондиционеров, с протоколом, который уже есть на объекте.

Управление сплит-системами у всех производителей осуществляется через цифровой сигнал по аналоговому каналу. Любое централизованное управление требует дополнительных адаптеров и конверторов. Наиболее доступными являются решения по интеграции в KNX и Modbus, а также индивидуальное управление со смартфона через Wi-Fi.

В VRF-системах большинство производителей используют свои протоколы обмена данных на основе интерфейса RS-485. Несмотря на ряд достоинств, эти решения имеют небольшую скорость передачи данных и ряд ограничений по построению сети. В VRF-системах GENERAL используется высокоскоростной модифицированный протокол LonTalk с увеличенным фреймом. Обмен данными происходит по экранированному неполярному двухжильному LON-совместимому кабелю. Подключение производится без учёта полярности и последовательности компонентов, возможно соединение звездой. Как правило, мультизональные системы можно относительно легко интегрировать в LonWorks и BACnet.

В качестве наглядного примера интеграции систем кондиционирования в АСУЗ рассмотрим решения, предлагаемые для оборудования GENERAL (рис. 2).

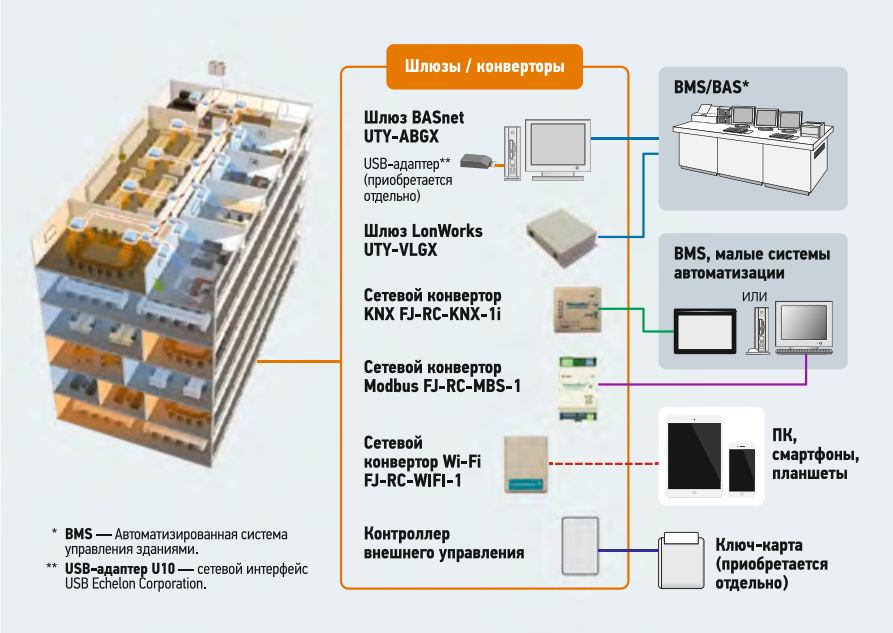



**Рис. 2.** Общая схема подключения VRF-систем к АСУЗ

## Конверторы для интеграции в KNX и Modbus

Долгое время производители кондиционеров не обращали внимание на запросы по автоматизации небольших жилых объектов и не выпускали конверторы для таких протоколов, как KNX, Modbus и др. Это упущение взялись исправить независимые компании, такие как Intesis и Cool Automation.

Intesis выпускает широкий ассортимент конверторов для интеграции не только в KNX и Modbus, но и другие протоколы для большинства ведущих производителей кондиционеров. Для GENERAL это сетевой конвертор FJ-RC-KNX-1i для интеграции в сеть управления KNX и сетевой конвертор FJ-RC-MBS-1 — для Modbus. Оба конвертора удобны в монтаже, имеют компактные размеры и не требуют дополнительного подключения электропитания. Конверторы допускают подключение до 16 внутренних блоков на одно устройство (будут работать как одна группа). Оба конвертора позволяют интегрировать внутренние блоки сплит-, мультисплит- и VRF-систем. Но данные решения оказались не очень удобными и дорогостоящими в случаях, когда было необходимо подключить более 6–8 внутренних блоков VRF-систем.

Немного по другому пути пошли в Cool Automation, предложив разные решения для сплит-систем и мультизональных систем кондиционирования.

Так, для интеграции сплит- и мультисплит-систем предлагается конвертор CooLinkNet, который, используя интерфейсы RS-232, RS-485 и коммуникационные порты Ethernet, позволяет интегрироваться в такие системы автоматизации зданий, как, например, KNX, HDL, Control4, Crestron, AMX, RTI, SMART и др.

А для VRF-систем предлагается шлюз CoolMasterNet, который использует соединение через USB-переходник и позволяет интегрировать сеть VRF, в которой может быть до 10 наружных и 128 внутренних блоков в АСУЗ на базе Modbus, KNX, HDL, Control4 и др. Также с помощью этого шлюза можно подключить систему кондиционирования к персональному компьютеру, либо управлять со смартфона или планшета через облачный сервер компании.

В 2016 году Fujitsu General Ltd. предложила для оборудования GENERAL новый конвертор UTY-VMGX, который позволяет интегрироваться в Modbus. К одному новому конвертору допускается подключение 128 внутренних и 100 наружных блоков. В одной сети управления VRF может быть до 9 сетевых конверторов UTY-VMGX.

## Конвертор для интеграции в LonWorks

Конвертор для интеграции в LonWorks UTY-VLGX позволяет подключать до 128 внутренних и 100 наружных блоков, объединенных в единую сеть управления VRF без ограничения количества используемых переменных. В первую очередь это касается мультизональных систем, но и сплит-системы могут быть также подключены. Для этого каждый внутренний блок сплит- и мультисплит-системы должен быть сначала интегрирован в сеть VRF

### Немного о протоколах, используемых в АСУЗ

**Протокол KNX/EIB** (European Installation Bus) был разработан и изначально ориентирован на жилые здания. Основные принципы его построения — «каждый с каждым», децентрализация и событийное исполнение. Часто KNX сравнивают с другой популярной платформой LonWorks. Основное отличие KNX состоит в том, что он дешевле, но скорость передачи данных в нём ниже, а пакеты компактнее. С другой стороны, выше помехоустойчивость и надёжность систем. Конфигурирование приборов KNX проще, а сама настройка сетей занимает, как правило, меньше времени.

**Протокол Modbus** основан на клиент-серверной архитектуре. Он разработан для использования в программируемых логических контроллерах. В настоящее время является очень распространённым протоколом, используемым в различных промышленных системах. Его часто используют поверх интерфейса RS-485, что позволяет добиться относительно высокой скорости передачи и больших расстояний. Широкая распространённость протокола Modbus, обусловленная его простотой и надёжностью, позволяет легко интегрировать устройства, поддерживающие Modbus, в единую сеть.

**Платформа LonWorks** использует протокол LonTalk (который иногда сокращённо называют LON). Широко используется для построения распределённых систем автоматизации зданий, транспортных сетей и систем автоматизации промышленных предприятий. Несомненным преимуществом сетей LON является полная совместимость устройств, наличие всех уровней от физического до программного, свобода в выборе сетевых топологий и система аутентификации сообщений. LonWorks, как правило, используется на коммерческих и промышленных объектах среднего размера.

**Протокол BACnet** представляет из себя набор правил, позволяющих обмениваться данными через компьютерные сети. Этот набор правил имеет вид описанных спецификаций, с помощью которых обусловлено, что именно должно соответствовать протоколу. BACnet гарантирует возможность взаимодействия между устройствами различных производителей, если алгоритмы этих устройств реализованы на основе стандартных функциональных блоков BIBB (BACnet Interoperability Building Block). В качестве канального/физического уровней BACnet использует технологии ARCNET, Ethernet, BACnet/IP, PTP (Point-To-Point) через RS-232, MS/TP (Master-Slave/Token-Passing) через RS-485 и LonTalk. BACnet получил широкое распространение при автоматизации крупных коммерческих и промышленных объектов.

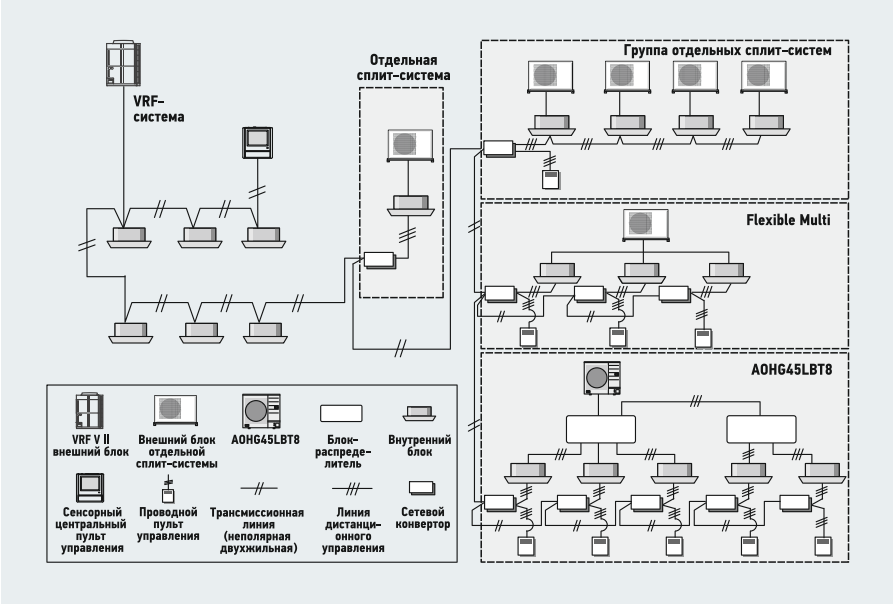



**Рис. 3.** Интеграция сплит- и мультисплит-систем в сеть VRF

при помощи одного из специальных сетевых конверторов GENERAL. Подключив сплит-системы к сети управления VRF GENERAL, пользователь получает возможность включать и выключать блоки, выбирать режимы работы, изменять значения температуры и скорости вентилятора, а также настраивать таймер и блокировать операции с индивидуальных пультов через единое центральное управление (центральные пульты, системный контроллер или BMS-системы). К одному сетевому конвертору возможно подключение от 1 до 16 внутренних блоков. При этом все блоки, подключённые к сетевому конвертору, будут восприниматься системой как одна группа с пультом ДУ (иметь одни и те же настройки). Так как каждый сетевой конвертор, подключённый к сплит- и мультисплит-системам, воспринимается системой как один холодильный контур, то количество подключённых сетевых конверторов в одной сети не может превышать 100 штук. Итак, интеграция в LonWorks получается удобной и выгодной для объектов среднего и малого размера, в которых в основном применяются мультизональные системы.

## Шлюз для интеграции в BACnet

Интерфейсный шлюз для сети BACnet UTY-ABGX является программным продуктом, то есть взаимодействие с системой кондиционирования осуществляется напрямую с компьютера с установленным программным обеспечением. UTY-ABGX позволяет в полной мере производить мониторинг и управление 4 независимыми сетями с общим количеством до 400 наружных и 1600 внутренних блоков с единого (для всех инженерных систем здания) диспетчерского пульта с помощью сетевого протокола BACnet. В программное обеспечение входит управляющая оболочка, которая позволяет осуществлять контроль и мониторинг системы, а также осуществлять расчёт затрат на электроэнергию. Расчёт происходит без применения дополнительных электросчётчиков, и, соответственно, требуется вручную заносить данные, полученные от поставщика электроэнергии, а система самостоятельно распределит это значение по пользователям в зависимости от работы внутренних блоков за отчётный период. Интеграция в BACnet рекомендуется для автоматизации средних и больших объектов с большим количеством различного инженерного оборудования.

**Интеграция системы кондиционирования воздуха в АСУЗ даёт пользователю ряд важных преимуществ в области комфорта, энергосбережения и безопасности**

## Другие решения

Но не всегда требуется полноценное решение по автоматизации всех инженерных систем здания. Довольно часто пожеланием клиента является только дистанционное управление и мониторинг работы кондиционера при помощи мобильного телефона, смартфона или планшета. А для решения такой задачи независимыми производителями уже выпускается несколько моделей мобильных контроллеров. Такие решения, как правило, на порядок дешевле любой АСУЗ. Как пример можно привести беспроводные контроллеры Air Patrol, с помощью которых пользователь может удалённо, независимо от своего местонахождения задавать нужные настройки для своей сплит-системы. Air Patrol выпускается в двух основных модификациях: Air Patrol Wi-Fi и Air Patrol Nordic GSM.

Air Patrol Wi-Fi использует защищённые беспроводные каналы для передачи команд кондиционеру, но в местах установки кондиционера и отправки команд требуется устойчивая беспроводная связь с Интернетом.

Air Patrol Nordic GSM работает с SIM-картой через мобильные сети операторов. В любом варианте управление осуществляется через удобное мобильное приложения для iOS, Android или Windows Phone. Кондиционер выполнит команду, полученную от пользователя, и к его приходу в квартире уже будет создана приятная прохлада или комфортное тепло. Контроллеры будут полезны и в загородных домах, например, зимой в отсутствие владельцев с их помощью можно удалённо отслеживать и регулировать температуру, избегая таким образом чрезмерного охлаждения дома и заморозки водопроводных труб, а также контролируя расход электричества.

## Резюме

Интеграция системы кондиционирования воздуха в АСУЗ даёт пользователю ряд немаловажных преимуществ в области комфорта, энергосбережения и безопасности. Спектр предлагаемых решений весьма широк и позволяет подобрать наилучший со всех точек зрения вариант. Но необходимо обязательно учитывать не только особенности различных протоколов АСУЗ, но и конкретных брендов кондиционеров.

# Вероятностно-статистическая модель климата для расчётов энергопотребления центральными системами кондиционирования воздуха

В этой статье представлено краткое описание исследовательской работы по проверке научно-технической гипотезы о том, что предлагаемая вероятностно-статистическая модель климата является достоверной, полной и современной климатической основой для расчётов энергопотребления центральной системой кондиционирования воздуха (ЦСКВ).

**Автор:** О.Ю. КРЮЧКОВА, к.т.н., старший преподаватель кафедры отопления и вентиляции, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)

Статья подготовлена на основе материалов сборника докладов VI Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции» НИУ МГСУ.

Климатические условия определяют потребность центральных систем кондиционирования воздуха (ЦСКВ) в энергии, следовательно, климатическое обеспечение зданий должно отражать фактическую и современную вероятность наблюдения метеорологических параметров и быть удобным для применения в расчётах потребления теплоты, электроэнергии и воды. Эти вопросы актуальны потому, что экономия энергии является одной из приоритетных задач современности, а без оценки энергопотребления ЦСКВ, всё чаще применяемых в строительстве, их не решить [1].

Достоверность и обоснованность выводов и результатов данной статьи подтверждается тем, что использованы общепринятые научные подходы к математическому моделированию обработки воздуха в ЦСКВ с различной схемой обработки приточного воздуха; климатическая модель опирается на данные первичных наблюдений метеостанцией ВДНХ за метеорологическими параметрами за 30 лет; экспериментальные натурные исследования выполнены с применением поверенных приборов.

Цель — разработать вероятностно-статистическую модель климата, предоставляющую информацию о повторяемости сочетаний температуры и относительной влажности наружного воздуха для различных временных интервалов суток, и на ее основе дать количественную оценку потребления теплоты, холода, электроэнергии и воды наиболее часто применяемыми на практике ЦСКВ с различными схемами обработки приточного воздуха для поддержания различных тепловлажностных условий в помещениях.

Исходя из поставленной цели, решались следующие основные задачи:

- обработать первичную метеорологическую информацию последних 30 лет для получения вероятностно-статистической модели климата города Москвы, предоставляющей информацию о повторяемости различных сочетаний температуры и относительной влажности наружного воздуха для различных временных отрезков суток за год в целом и по каждому месяцу отдельно;
- разработать алгоритмы и программы расчёта на ПК затрат теплоты, электроэнергии и воды различными ЦСКВ в различных погодных зонах наружного климата, в которых выполняется определённая последовательность обработки воздуха, с учётом перехода через границы погодных зон при последовательном переборе сочетаний параметров наружной среды, содержащихся в вероятностно-статистической модели;
- проверить результаты расчётов в натурных условиях в различные периоды года;
- выполнить многовариантные расчёты и количественно оценить изменение затрат теплоты, электроэнергии и воды ЦСКВ при изменении тепловлажностных условий во внутреннем воздухе и при изменении рабочей разности температуры внутреннего и приточного воздуха, на основе многовариантных расчётов разработать инженерную методику расчёта энергетических показателей работы ЦСКВ.

На основе изученных существующих форм представления климата [2] был сделан вывод, что следует разработать вероятностно-статистическую модель климата — климатическую базу для расчёта энергопотребления ЦСКВ в различные периоды работы в течение суток, месяца, года путём статистической обработки данных первичных замеров на метеостанции. На обработку были взяты температура и относительная влажность наружного воздуха и атмосферное давление за период с 1 января 1981 года по 31 декабря 2010 года по станции ВДНХ. Почасовые значения температуры и относительной влажности наружного воздуха рассчитаны по данным наблюдений за восемь сроков. Путём линейной интерполяции эти данные были приведены к почасовым рядам.

Вероятностно-статистическая модель является следующим шагом на пути развития вероятностной модели.

Для восьми разных временных интервалов разной продолжительности в течение суток разработаны распределения повторяемостей тепловлажностных параметров наружного воздуха. Все значения сочетаний температуры и относительной влажности воздуха распределялись по ячейкам таблицы, где градация по температуре составляла 2 °C, а по относительной влажности 5 %. Если пронумеровать интервалы по температуре от –36 °C до 36 °C, то получим $K = 36$. Число интервалов при относительной влажности от 5 % до 100 % влажности равно $J = 19$. Обозначим граничные значения температуры для строки таблицы $k$ через $t_{k-1}$ и $t_k$ (от меньшего к большему), граничные значения относительной влажности для столбца таблицы φ через $\varphi_{j-1}$ и $\varphi_j$ (от меньшего к большему).

Повторяемость $pr(k,j)$ сочетаний температуры $t$, значения которой лежат в пределах $t_{k-1} < t < t_k$, и относительной влажности φ, значения которой находятся в диапазоне $\varphi_{j-1} < \varphi \le \varphi_j$:

$$pr(k,j) = \frac{m(k,j)}{N}, \qquad (1)$$

где $k$ — номер ячейки по шкале температуры от –36 °C, $k = 1–36$; φ — номер ячейки по шкале относительной влажности от 5 %, $\varphi = 1–19$; $n(k,j)$ — число сочетаний температуры и относительной влажности, попадающих в ячейки с номерами $k$ и $j$; $N$ — общее число сочетаний температуры и относительной влажности за 30 лет в рассматриваемый отрезок времени (общее число почасовых значений указанных параметров за рассматриваемый временной отрезок).

Повторяемости сочетаний $t$–φ определены как для всего года, так и для каждого месяца отдельно. Пример разработанной вероятностно-статистической модели климата приведён в [2].

**При разработке математической модели [5] расчёта затрат теплоты, холода, электрической энергии и воды ЦСКВ с различными схемами обработки приточного воздуха были рассмотрены наиболее популярные схемы обработки воздуха с применением соответствующих установок**

Для сравнения информативности предлагаемой модели климата с «типовым» годом [3, 4] данные «типового» года, разработанного на той же первичной климатической базе, что предлагаемая модель, были переформатированы в таблицы вероятностно-статистической модели. Из сравнения таблиц по обеим моделям следует, что редко наблюдаемые в реальности экстремальные сочетания тепловлажностных параметров наружного воздуха в модели «типового» года отсутствуют, а в вероятностно-статистической модели они имеют повторяемость более 1 %. Расхождения в распределениях повторяемости температуры и относительной влажности наружного года видны, например, из рис. 1.

Следует отметить, что «типовой» год довольно близко отражает общую картину изменения повторяемости температуры и относительной влажности в различных пределах градаций. Вместе с тем, так как «типовой» год является единственной реализацией года, отклонения повторяемости температуры в «типовом» году от повторяемости в вероятностно-статистической модели достигают более 1,5 % (порядка 67 ч в год) от времени наблюдения, а повторяемости относительной влажности в отдельной точке отличаются более, чем на 1,9 % (порядка 83 ч в год).

При разработке математической модели [5] расчёта затрат теплоты, холода, электрической энергии и воды ЦСКВ с различными схемами обработки приточного воздуха были рассмотрены наиболее популярные схемы обработки воздуха с применением соответствующих установок. Годовой расход теплоты, холода, воды и электроэнергии следует определять с учётом времени потребления этого ресурса [6].

Так как нам известны повторяемости $pr(k,j)$, полученные в формуле (1), и число часов работы установки в году $z_o$ [ч], то общая потребность составит:

$$Q_{т1} = \sum_{k=1}^{K=36}\sum_{j=1}^{J=19}\left[q_{т1}(k,j)\,pr(k,j)\,z_o 10^{-3}\right]; \qquad (2)$$

$$Q_{т2} = \sum_{k=1}^{K=36}\sum_{j=1}^{J=19}\left[q_{т2}(k,j)\,pr(k,j)\,z_o 10^{-3}\right]; \qquad (3)$$

$$W = \sum_{k=1}^{K=36}\sum_{j=1}^{J=19}\left[w(k,j)\,pr(k,j)\,z_o\right]; \qquad (4)$$

$$Q_x = \sum_{k=1}^{K=36}\sum_{j=1}^{J=19}\left[q_x(k,j)\,pr(k,j)\,z_o 10^{-3}\right]; \qquad (5)$$

$$N = \sum_{k=1}^{K=36}\sum_{j=1}^{J=19}\left[N(k,j)\,pr(k,j)\,z_o 10^{-3}\right], \qquad (6)$$

где $Q_{т1}$, $Q_{т2}$, $W$, $Q_x$, $N$ — годовые затраты теплоты на первый [кВт·ч] и второй [кВт·ч] подогрев, воды [кг], холода [кВт·ч] и электроэнергии [кВт·ч], соответственно; $q_{т1}(k,j)$, $q_{т2}(k,j)$, $w(k,j)$, $q_x(k,j)$, $N(k,j)$ — мгновенные затраты теплоты на первый и второй подогрев [Вт], воды [кг/ч], холода [Вт] и электроэнергии на работу насосов, парогенератора и вентилятора [Вт], соответственно; $pr(k,j)$ — повторяемость сочетания температуры и относительной влажности в ячейке $(k,j)$ доли единицы; $z_o$ — число часов работы установки ЦСКВ в зависимости от рабочего времени суток и выходных в году, ч.

Целью проведения натурных исследований являлось получение расхода теплоты, холода и электроэнергии для сравнения с результатами расчётов при замеренных условиях.

Расчёты выполнялись на базе вероятностно-статистической модели для круглосуточной работы кондиционера, построенной по данным измерения температуры и относительной влажности гигро-

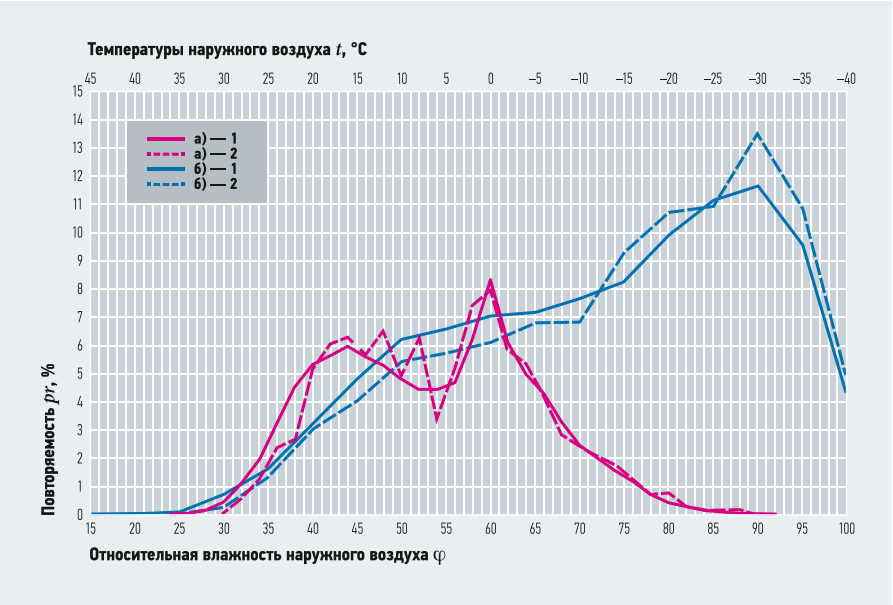



**Рис. 1. Повторяемость в промежутке времени с 9:00 до 18:00 часов температуры (а) и относительной влажности (б) наружного воздуха (1** — по вероятностно-статистической модели от $N = 98613$ ч; **2** — для «типового» года от $N = 3285$ ч)

хронами на воздухозаборе. Обработка воздуха в ЦСКВ осуществляется по схеме без увлажнения и с управляемым процессом охлаждения во фреоновом воздухоохладителе. Натурные исследования проводились в офисных помещениях торгово-производственного корпуса в городе Королёве Московской области с 12:00 12 марта по 12:00 21 июля 2013 года.

Исследуемые помещения полагались на третьем этаже. На втором и четвёртом этажах — аналогичные помещения. Всего на этаже имелось четырнадцать помещений с наружными ограждающими конструкциями и два помещения без них. Три помещения, примыкающих к наружным стенам, были выбраны для подробных исследований.

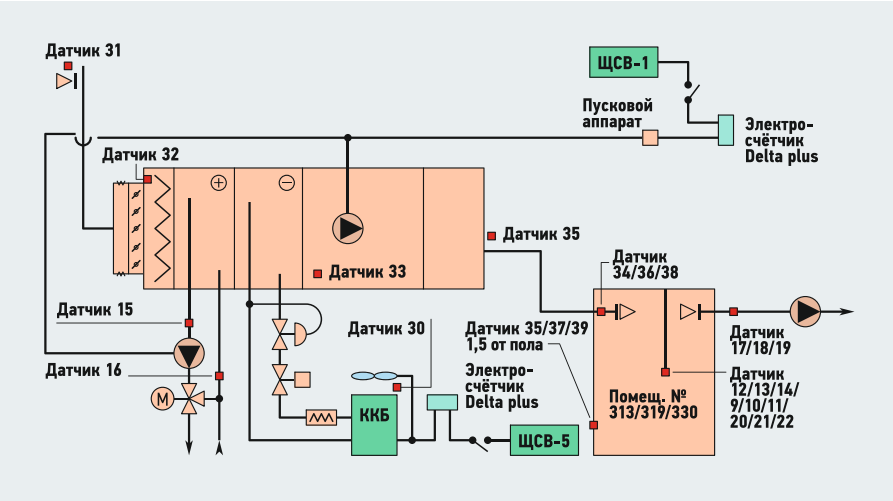



**Рис. 2. Схема расстановки электросчётчиков и датчиков на приточной установке и в помещениях** (датчики **30–39** — гигрохроны; **9–22** — термохроны)

**Данные исследования тепловлажностного режима трёх контрольных помещений выполнены для слежения за изменениями тепловлажностного отношения процесса обработки воздуха в помещении**

В ходе эксперимента измерялись: температура наружных поверхностей труб на входе и выходе в блок воздухонагревателя; температура и относительная влажность наружного воздуха датчиком в блоке приёмной секции, температура и относительная влажность приточного воздуха после блока вентилятора; температура внутреннего воздуха в каждом из помещений №№313, 319 и 330 в трёх точках; температура и относительная влажность воздуха на приточных и вытяжных решётках в помещениях №№313, 319 и 330; температура и относительная влажность наружного воздуха на воздухозаборе и на входе в компрессорно-конденсаторный блок (ККБ); потребляемая электроэнергия приточной установкой (насос теплообменника, вентилятор приточной установки) и потребляемая электроэнергия ККБ (компрессором и вентилятором охлаждения). На рис. 2 показана расстановка электросчётчиков и датчиков в ходе эксперимента.

Исследования тепловлажностного режима трёх контрольных помещений выполнены для слежения за изменениями тепловлажностного отношения е процесса обработки воздуха в помещении. Полученные величины показали, что колебания тепловлажностного отношения е в каждом помещении незначительны и, несмотря на некоторую разницу, отличаются друг от друга тоже не сильно.

Расход теплоты в каждый час определялся двумя способами: по разности температуры теплоносителя на входе и выходе из воздухонагревателя при известном из проекта его расходе и по разности температуры наружного и приточного воздуха при известном из отчётов наладки (5340 м³/ч) расходе воздуха. Расход холода находился по разности энтальпии наружного и приточного воздуха при известном расходе воздуха. В табл. 1 приведены результаты сравнения замеренных и рассчитанных величин. Большие отклонения по теплоте и холоду (в процентах) в мае объясняются недолгим потреблением теплоты и холода в этом месяце и маленькими абсолютными значениями самих сравниваемых величин.

Итак, эксперимент подтвердил состоятельность применяемой методики расчёта потребления теплоты, холода, электроэнергии, основанной на вероятностно-статистической модели климата.

**Расхождения в замеренных и рассчитанных величинах, %** табл. 1

| Месяц | По теплоте | По холоду | По электроэнергии на ККБ | По электроэнергии на приточную установку |
|---|---|---|---|---|
| Март | 3,25 | – | – | 5,51 |
| Апрель | 3,58 | – | – | 3,58 |
| Май | 16,97 | 13,59 | 16,73 | 3,54 |
| Июнь | – | 5,59 | 6,88 | 3,76 |
| Июль | – | 7,09 | 8,73 | 5,51 |

## Выводы

**1.** Вероятностно-статистическая модель климата является основой для более точной оценки средних за многолетний период расхода теплоты, холода, электроэнергии и воды различными ЦСКВ.

**2.** Сравнение двух моделей климата показало, что вероятностно-статистическая модель климата более полно отражает возможные погодные вариации, чем модель «типовой» год.

**3.** Проведённые натурные исследования показали, что расчёты энергопотребления по программе-модели обеспечивают достаточную степень сходимости результатов. Максимальная величина среднеквадратичного отклонения экспериментальных данных от расчётных составила 17 % в одном месяце года, в остальные месяцы расхождения по среднеквадратичному отклонению укладываются в величину 8,7 %, а отклонения экспериментальных значений температуры теплоносителя лежат в пределах погрешности прибора измерения.


1. Герасимов Н.А. Моделирование энергопотребления зданий — краеугольный камень зелёного проектирования для инженеров // Энергосбережение, №4/2014.
2. Крючкова О.Ю. Вероятностно-статистическая климатическая модель для расчётов энергопотребления системами кондиционирования воздуха // Вестник МГСУ, №3/2011, Т. 1.
3. Гагарин В.Г., Малявина Е.Г., Иванов Д.С. Разработка климатической информации в форме специализированного «типового года» // Вестник ВолгГАСУ: Строительство и архитектура, 2013, Вып. 31(50), Ч. 1.
4. Малявина Е.Г., Иванов Д.С., Фролова А.А. Климатическая информация в форме специализированного «типового» года // Стройпрофи, №18/2014.
5. Рымкевич А.А. Основные сведения о системном анализе и направлении его использования в решениях задач по системам микроклимата // АВОК Северо-Запад, №2/2001.
6. Табунщиков Ю.А., Миллер Ю.В. Оценка годового расхода энергии на отопление и охлаждение зданий // АВОК.

# SmartHVAC

## Типовые шкафы для автоматизации систем вентиляции

## Комплектное, качественное и простое решение большинства вентиляционных задач по оптимальной стоимости

- **Комплектное оборудование**
  Серийное изделие, готовое к монтажу и эксплуатации
- **Простая процедура запуска**
  Ввод в эксплуатацию за три шага: монтаж, подключение и выбор алгоритма управления
- **Инновационное программное обеспечение**
  Специально разработанные, апробированные и работоспособные программные решения с учетом российской специфики
- **Выгодное предложение**
  Оптимальная стоимость за счет минимизации издержек путем локализации сборки и оптимизации логистики
- **Проверенное качество**
  Все комплектующие производства Schneider Electric
- **Наличие на складе**

**Разработано и произведено в России**

www.schneider-electric.com/ru

Life Is On | Schneider Electric

На правах рекламы.

# Автоматизация вентиляции торгового центра: быстро, просто, надёжно и эффективно

Система вентиляции современного торгово-развлекательного центра должна быть надёжной, энергоэффективной и простой в эксплуатации. Решить эти задачи помогают шкафы автоматизации SmartHVAC, разработанные в России с пониманием российских реалий компанией Schneider Electric. Этот факт прекрасно подтверждает проект, реализованный в одном из крупнейших ТРЦ Нижнего Новгорода.

**Автор:** Д.В. КОСОРУКОВ, эксперт по MachineStruxure решениям компании Schneider Electric

## Новый результат давнего сотрудничества

В рамках проекта в Нижнем Новгороде компании Schneider Electric предстояло автоматизировать систему вентиляции для нового ТРЦ «Жар-Птица» площадью 100 тыс. м$^2$. Этот торговый объект развивает компания «Столица-Нижний». Открытие ТРЦ состоялось 15 октября 2015 года, и в короткий срок он стал центром притяжения для множества горожан.

Чтобы обеспечить комфортные и безопасные условия для покупателей и работников, объект оснащён 29 приточно-вытяжными системами вентиляции. Это агрегаты производства компании VTS. Поставкой и монтажом вентиляционного оборудования занималась Группа компаний «Сирокко» — она и выступила заказчиком системы автоматизации для вентиляционных установок.

«Сирокко» — серьёзный игрок рынка климатического оборудования и давний OEM-партнер Schneider Electric. За годы сотрудничества международный вендор разработал ряд решений по автоматизации вентиляции под требования российского партнёра. Эти решения легли в основу типовых проектов и получили широкое распространение на рынке.

Проект, реализованный для ТРЦ в Нижнем Новгороде, интересен тем, что здесь «Сирокко» впервые применила инновационный продукт Schneider Electric — многофункциональные шкафы SmartHVAC. Использование готового интегрированного решения существенно облегчило реализацию проекта и сократило сроки его ввода в эксплуатацию.

## Когда выигрывают все

В рамках проекта Schneider Electric поставила для ТРЦ «Жар-птица» не только комплектные шкафы управления вентиляцией SmartHVAC, но и преобразователи частоты Altivar 212, датчики температуры, капиллярные термостаты защиты от замерзания и сопутствующее оборудование. Выбор поставщика во многом был обусловлен оптимальным соотношением цены и качества оборудования Schneider Electric.

Большую роль сыграла способность вендора выполнить комплексную поставку в очень сжатые сроки. На складах Schneider Electric был заблаговременно сформирован запас оборудования, достаточный, чтобы укомплектовать все вентиляционные системы объекта. Благодаря универсальности программного обеспечения, используемого в контроллерах, партнёр смог сэкономить время на разработку алгоритмов управления. В итоге ГК «Сирокко» удалось запустить вентиляционную систему ТРЦ быстро и без лишних усилий.

**SmartHVAC — это комплектный, многофункциональный продукт, способный в рамках одного предложения решить до 95% всех задач по автоматизации приточно-вытяжных систем, гарантируя при этом минимальную сложность пусконаладки**

Плюсы, которые получил конечный заказчик, тоже очевидны. Во-первых, это высокая надёжность и гарантия бесперебойной работы приточно-вытяжных систем, и, как следствие, комфорт покупателей. Во-вторых, это существенная экономия средств на платежах за энергоресурсы. Наконец, это простота и удобство эксплуатации оборудования для инженерных служб ТРЦ.

## Универсальное решение для быстрого пуска

Прежде решения по автоматизации вентиляции приходилось разрабатывать и компоновать под каждый конкретный объект. Появление комплектных шкафов SmartHVAC в конце 2014 года в корне изменило ситуацию. Теперь для автоматизации вентиляционных систем достаточно установить протестированные и уже готовые к эксплуатации шкафы со встроенным специализированным программным обеспечением.

Каждый шкаф в базовом исполнении имеет более 200 интегрированных программ — это позволяет удовлетворить потребности клиента без написания индивидуальной программы. Продуманный алгоритм запуска вентиляционной системы в эксплуатацию позволяет

выполнить все процедуры быстро и безошибочно. Для запуска достаточно выбрать номер одной из встроенных программ в контекстном меню и смонтировать шкаф управления согласно схемам подключения. В итоге процесс пусконаладки шкафа SmartHVAC по простоте сопоставим с процедурой запуска преобразователя частоты.

Стоит подчеркнуть, что SmartHVAC — серийное изделие, что позволяет Schneider Electric иметь постоянный складской запас шкафов и быстро отвечать на запросы рынка.

## SmartHVAC для бизнеса ТРЦ

Широта возможностей SmartHVAC по управлению элементами вентиляционной системы впечатляет. Встроенные логические контроллеры содержат программы управления для более чем 8000 вариантов вентсистем. При этом SmartHVAC предоставляет инструменты для тонкой настройки режимов работы.

Всё управление приточно-вытяжными системами осуществляется посредством единого диспетчерского пульта, для этого используется единая сеть Modbus TCP. Оператор может оперативно реагировать на аварийные события и впоследствии анализировать собранную системой информацию.

Шкафы SmartHVAC проектировались согласно российским требованиям в сфере общегражданского применения. Они идеально подходят для торговых и промышленных объектов, а также объектов жилищного строительства. В частности, для торгово-развлекательных центров удобны стандартные режимы, предусмотренные в SmartHVAC.

Это сезонные опции «зима» и «лето», разработанные с учётом российского климата. Работа возможна и по заданному графику, например, в ночное время вентиляционная система автоматически переходит в энергосберегающий режим. Также шкафы позволяют управлять увлажнением, осушением, поддерживать работу нагревателей и охладителей.

Возможность тонкой настройки вентиляционной системы в совокупности с применением преобразователей частоты Altivar позволяет значительно сокращать энергопотребление всего объекта. В среднем, комплексное решение от Schneider Electric обеспечивает 30–40 % экономии электроэнергии по сравнению с классическими системами. Для ТРЦ это отличный способ улучшить бизнес-результаты.

Неудивительно, что ТРЦ в Нижнем Новгороде — не первый крупный торговый объект, оснащённый SmartHVAC. Аналогичное оборудование уже используется в одном из торговых центров Архангельска и в ближайшем будущем получит ещё более широкое применение в отрасли.

## Простота и надёжность эксплуатации

Любой опытный инженер скажет, что снижение затрат на электроэнергию не даст серьёзного эффекта, если оборудование будет «капризным» и повлечёт затраты на эксплуатацию. Поэтому эксперты Schneider Electric создавали шкафы SmartHVAC с учётом требований, актуальных для любой эксплуатирующей организации, а это, вне всяких сомнений, простота и надёжность.

Использование SmartHVAC не требует дополнительной подготовки персонала. Меню контроллера интуитивно понятно, а широкий диапазон встроенных режимов и наличие единого пульта управления существенно упрощают жизнь эксплуатационникам. Инженеры, знакомые с решениями конкурентов для автоматизации вентиляционных систем, могут легко убедиться в преимуществах SmartHVAC.

Так, сегодня технический персонал ТРЦ «Жар-птица» получил ряд уникальных функций, разработанных для удобства эксплуатации. Это индикационный режим для проверки работоспособности элементов системы (отдельных калориферов, вентиляторов или циркуляционных насосов), рабочий журнал, журнал наработки моторесурса оборудования, а также журнал контроля времени прохождения периодического технического обслуживания.

Важно, что алгоритмы SmartHVAC позволяют оценивать вероятность выхода из строя тех или иных компонентов вентиляционной системы. Это даёт возможность своевременно заменять узлы и детали и предотвращать аварийные остановы. Благодаря этому надёжность работы приточно-вытяжных установок существенно возрастает.

## Российский продукт от мирового производителя

В условиях высокой волатильности курса рубля и всеобщей политики импортозамещения вопрос о том, где производится тот или иной продукт, становится одним из первостепенных. В этой связи активная локализация производства в России помогает Schneider Electric чувствовать себя уверенно на фоне конкурентов.

Шкафы SmartHVAC — более, чем просто глубоко локализованный продукт, это решение разработано полностью в России с учётом российских реалий. Уникальные алгоритмы управления были написаны отечественными инженерами с учётом всех стандартов, принятых в РФ и странах Таможенного союза. Для сборки SmartHVAC организован специализированный цех на территории России, в производстве задействован высококвалифицированный персонал. Многофункциональные шкафы уже поставляются в Белоруссию и имеют все перспективы для распространения на рынке стран СНГ.

В заключение стоит отметить, что шкафы для автоматизации вентиляции SmartHVAC, вышедшие на рынок всего чуть более года назад, уже успели завоевать хорошую репутацию. Партнёры Schneider Electric, оценившие простоту проектирования и пусконаладки, заинтересованы в дальнейшем применении данной системы на новых и реконструируемых объектах. Для конечного заказчика продукт интересен, поскольку позволяет снижать издержки на энергоресурсы и эксплуатацию.

# Аэродинамика кольцевых вентиляционных сетей с переменным расходом воздуха

Рассмотрены вопросы аэродинамики вентиляционных сетей с переменным расходом воздуха на примере здания гостиницы. Предложен вариант использования кольцевых сетей воздуховодов для стабилизации статического давления по длине сети и обеспечения оптимального воздухораспределения при изменении расхода воздуха. Выполнено компьютерное моделирование вентиляционной сети тупиковой и кольцевой конфигурации в программном пакете SolidWorks Flow Simulation. Выполнена оценка целесообразности применения VAV-регуляторов в вентиляционных сетях с переменным расходом воздуха.

**Авторы:** Н.С. МОРОЗОВА, аспирант, инженер кафедры теплогазоснабжения и вентиляции; А.Н. НАГОРНАЯ, к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет) ЮУрГУ (НИУ)

Статья подготовлена на основе материалов сборника докладов VI Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции» НИУ МГСУ.

В настоящее время с целью обеспечения комфортного пребывания людей большинство современных общественных зданий оборудованы системами механической приточно-вытяжной вентиляции. Это прописано в требованиях современной нормативной литературы [1]. При этом затраты на нагревание приточного вентиляционного воздуха зимой и его охлаждение летом становятся одной из самых крупных статей расхода при эксплуатации общественного здания.

Особенностью эксплуатации некоторых общественных зданий является неравномерность их заполнения. К таким зданиям в первую очередь относятся гостиницы. Согласно статистическим данным [2], в основном, в Челябинске представлен сегмент делового туризма. На его долю приходится около 80–90 % всех прибывающих в город людей. Среднегодовой показатель заполняемости гостиниц Челябинска составляет примерно 50–65 %. При этом гостиницы в течение года заполняются крайне неравномерно. Во время проведения массовых мероприятий, таких как, например, чемпионаты мира, международные форумы, гостиницы могут заполняться на 100 %. При этом в другое время, может быть занято только 20–30 % номеров [2].

Учитывая данную особенность эксплуатации, получается, что самый экономичный способ вентилирования зданий со значительной неравномерностью использования — это применение систем с переменным расходом воздуха, когда производительность этих систем, в случае гостиниц, зависит от количества занятых номеров.

Гостиницы, как правило, являются зданиями «коридорного типа», поэтому в них используется следующая стандартная схема вентиляции: магистральный воздуховод прокладывается под потолком коридора, а в каждый номер заходит отдельное ответвление. Система вентиляции с переменным расходом воздуха реализуется с помощью электронных ключей (карточек). Когда постоялец входит в номер, вставляет такую карточку и тем самым автоматически обеспечивает подачу электроэнергии в номер, в этот момент открывается заслонка на ответвлении от магистрального воздуховода, обеспечивая подачу приточного воздуха.

Регулирование расхода воздуха на источнике (приточной установке) достигается установкой частотного регулятора скорости вращения вентилятора. Однако при уменьшении расхода воздуха изменяется скорость в сечении воздуховода и, соответственно, потери давления. Вследствие этого нарушается аэродинамический режим вентиляционной сети, а, следовательно, и гидравлическая увязка ответвлений. Расход воздуха, поступающего через ответвления на магистральном воздуховоде (в данном случае в гостиничные номера), изменяется непропорционально, при закрытии одних ответвлений он может вырасти или снизиться в других в два-три раза по сравнению с номинальным.

Проблему нарушения аэродинамики вентиляционной сети при изменении расхода воздуха предлагается решить с помощью поэтажной «закольцовки» магистральных воздуховодов. Перемычка позволяет снизить неравномерность воздухораспределения за счёт перетока воздуха от более нагруженной ветки к менее нагруженной путём смещения «нулевой» точки. Предложенная схема способствует выравниванию статического давления по длине воздуховода, тем самым повышается равномерность раздачи воздуха через ответвления. Для проверки данного предположения в программном пакете SolidWorks Flow Simulation была смоделирована вентиляционная сеть здания двухэтажной гостиницы с 12-ю номерами на каждом этаже.

Для расчётов программа CFD-моделирования строит прямоугольную сетку, произвольным образом пересекающую поверхность

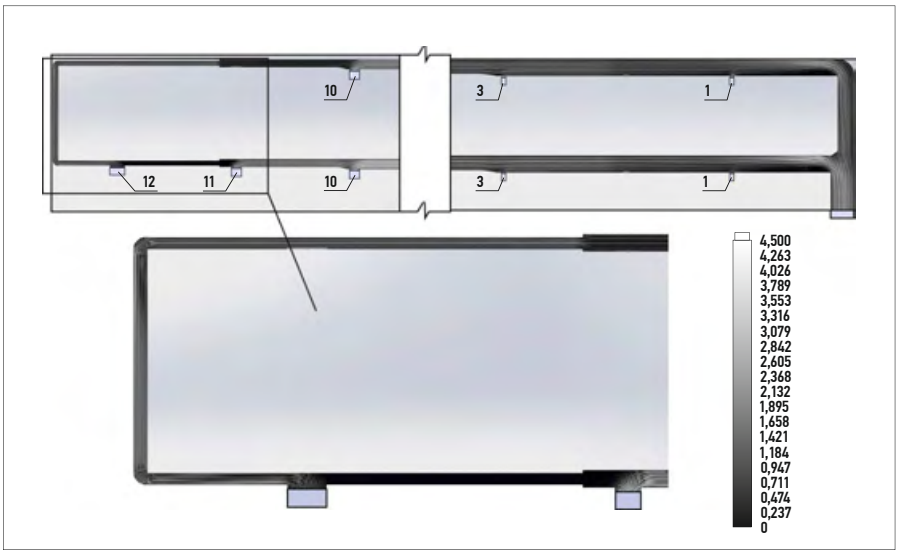



**Рис. 1.** Эпюра скоростей в закольцованной вентиляционной сети при загрузке гостиницы 60 %

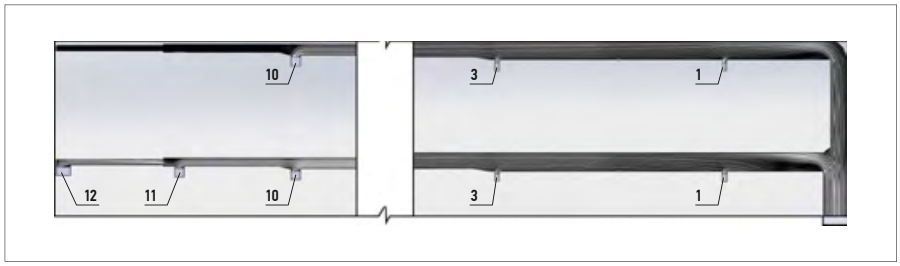



**Рис. 2. Эпюра скоростей в вентсети без замыкающей перемычки при загрузке гостиницы 60 %**

модели, созданной в системе графического проектирования. Для описания физических процессов используются дифференциальные уравнения. Более подробно принцип работы программного комплекса SolidWorks Flow Simulation представлен в работе [3].

Расход воздуха через каждое отверстие принят равным 500 м$^3$/ч. Вентиляционная сеть в режиме полной загрузки в проектном режиме отрегулирована путём изменения площадей поперечного сечения отверстий, движения воздуха по перемычке нет.

В режиме эксплуатации рассмотрена ситуация наполненности гостиницы на 60 %, на втором этаже занято шесть номеров, а на первом — восемь. Расход воздуха в системе регулируется вентилятором с частотным преобразователем, пропорционально количеству занятых номеров.

На рис. 1 и 2 представлено продольное сечение вентиляционной сети с эпюрой скоростей. Области с наименьшей скоростью движения воздуха показаны чёрным цветом, цвета постепенно изменяются к белому по мере увеличения скорости. Значения скоростей на цветовой шкале даны в м/с. Цветовая градация распределения скоростей на рис. 2 соответствует значениям на шкале рис. 1. Чёрные линии показывают интенсивность и характер движения воздуха. Их концентрация прямо пропорциональна скорости движения.

Из рис. 2 следует, что при отсутствии замыкающей перемычки равномерность воздухораспределения значительно нарушается. Расход у первых отверстий сильно падает, а у последних — увеличивается почти в два раза.

Численные значения расходов через отверстия при двух конфигурациях сети представлены в табл. 1 (отверстия пронумерованы по ходу движения). Из табл. 1 видно, что при отсутствии перемычки численные значения расходов воздуха, особенно у конечных отверстий значительно меньше номинального значения 500 м$^3$/ч. В то же время, в отверстиях ближайших к вентилятору расход в несколько раз выше номинального значения, что при эксплуатации приведёт к увеличению скорости воздуха и, как следствие, к значительному аэродинамическому шуму.

**Расходы воздуха через приточные отверстия** табл. 1

| Этаж | № приточного отверстия | Расход воздуха [м$^3$/ч] в системе без «закольцовки» (рис. 2) | Расход воздуха [м$^3$/ч] в системе с «закольцовкой» (рис. 1) |
|---|---|---|---|
| Первый этаж | 1 | 160 | 350 |
| | 2 | Закрыто | |
| | 3 | 180 | 460 |
| | 4 | Закрыто | |
| | 5 | 215 | 380 |
| | 6 | Закрыто | |
| | 7 | 325 | 420 |
| | 8 | 420 | 460 |
| | 9 | Закрыто | |
| | 10 | 1160 | 770 |
| | 11 | 870 | 770 |
| | 12 | 1160 | 460 |
| Второй этаж | 1 | 160 | 350 |
| | 2 | Закрыто | |
| | 3 | 180 | 460 |
| | 4 | 180 | 350 |
| | 5 | Закрыто | |
| | 6 | Закрыто | |
| | 7 | Закрыто | |
| | 8 | 420 | 460 |
| | 9 | 690 | 580 |
| | 10 | 1160 | 770 |
| | 11 | Закрыто | |
| | 12 | Закрыто | |

Выполненные расчёты показали, что установка перемычки, которая будет закольцовывать поэтажные воздуховоды в зданиях коридорного типа, способствует выравниванию расходов при выходе воздуха через отверстия в системах вентиляции с переменной производительностью.

Аэродинамикой систем с переменным расходом воздуха занимаются многие инженеры-исследователи. Например, Таечеол Ким из университета Оклахомы (США) изучал оптимальный метод подбора сечений воздуховодов для вентиляционных систем с изменяющимся расходом воздуха [4]. Изменение расхода воздуха в процессе эксплуатации вентиляционных систем является перспективным направлением в снижении энергопотребления при решении проблем, связанных с аэродинамикой движения воздуха.

Компания Belimo предлагает устанавливать на ответвлениях в каждое помещение VAV-регуляторы, которые поддерживают заданный расход приточного воздуха в зависимости от текущей потребности [5]. Необходимая величина расхода определяется значением внешнего управляющего сигнала, который может поступать от терморегуляторов, датчиков углекислого газа или других элементов системы управления, находящихся в помещении. Такая система достаточно эффективна в поддержании заданного расхода воздуха в помещении. Её главными недостатками являются высокая стоимость средств автоматизации и высокие требования к квалификации обслуживающего их персонала.

Предложенное в работе решение с кольцевой сетью воздуховодов обеспечивает не такое точное поддерживание расходов воздуха в ответвлениях при изменении скорости в магистрали, как в случае применения VAV-регуляторов. Однако применение кольцевых сетей воздуховодов позволяет значительно снизить стоимость системы. Наличие соединяющей перемычки позволяет отказаться от дорогостоящих регуляторов, заменив их обычной двухпозиционной заслонкой. Такую систему легко автоматизировать и эксплуатировать.

1. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. — М.: Минрегион России, 2012.
2. PRO Челябинск. Интернет-ресурс: chelyabinsk.arendator.ru. Дата обращения 04.09.2014.
3. Нагорная А.Н., Денисюк Е.В. CFD-моделирование теплового и воздушного режима кинотеатра // Вестник ЮУрГУ: Строительство и архитектура, №2/2013, Т. 13.
4. Taecheol Kim. Optimum duct design for variable air volume systems. — USA: Oklahoma State University, 2001.
5. Бучек Р., Хлудзинска М., Кубицки Г. VAV-системы. Руководство. — Краков: Группа Fortis, 2009.

# Некоторые вопросы расчёта воздушного режима зданий

В этой статье приведены результаты проведённого численного исследования влияния параметров настилающего ветра на инфильтрацию воздуха через окна зданий башенного типа. Для данных целей был написан программный код для ЭВМ, реализующий математическую модель воздушного режима здания при заданных параметрах вентиляции, а также средствами численном моделировании в программной среде STAR-CCM+ получены распределения ветрового давления для различных случаев формы здания и параметров ветра, которые использовались как входные данные для расчёта воздушного режима здания на ЭВМ. Полученные данные позволяют сделать выводы о пределах влияния ветра на процессы инфильтрации в зданиях башенного типа.

**Автор:** А.С. КУБЕНИН, научный сотрудник, ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (МГСУ)

Статья подготовлена на основе материалов сборника докладов VI Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции» НИУ МГСУ.

Методы расчётов инфильтрационной составляющей воздушного режима зданий можно разделить на инженерные «ручные» [1, 2] и инженерные автоматизированные, когда решается систем уравнений воздушных балансов всех помещений здания на ЭВМ [3–8].

Последние являются более точными, так как могут учитывать одновременно множество процессов. Математическая модель воздушного режима здания в перечисленных работах [3–8] в своей основе является неизменной. Каждый автор дополнял её своими эксклюзивными соотношениями, необходимыми для рассмотрения определённых частных случаев. Автором данной статьи реализована математическая модель, принимаемая в [8]. Одной из причин выбора послужил тот факт, что данная математическая модель была верифицирована при использовании данных натурных замеров по некоторым административным зданиям. Данная математическая модель представлена системой уравнений (1).

Следует отметить, что ни в одной работе при расчёте инфильтрационной составляющей воздушного режима во внимания не рассматривались случаи, когда, по сути, варьировалось направление ветра, а форма здания никогда не была отличной от прямоугольной в плане. В лучшем случае направлений ветра было два: «в узкую сторону» и «в широкую сторону». И если одно из направлений обозначить за 0°, а другое за 90°, то направления, отличные от 0° и 90°, не рассматривались.

В данной работе представлены некоторые результаты начальной стадии исследований, восполняющие перечисленные пробелы.

## Постановка задачи

Рассматривается задача определения инфильтрационных расходов в зданиях башенного типа при варьируемых параметрах внешнего ветра. Рассматриваются здания квадратного и круглого сечений в плане. Для зданий являются общими следующие параметры: высота башен 120 м, этажность — 40, по плану типового этажа здания на этаж приходится 12 квартир. Окна в каждой квартире выходят на одну сторону. Каждая квартира на этаже характеризуется окном площадью $A_{ок} = 10$ м$^2$, а также площадью выходной двери из квартиры $A_{дв} = 2$ м$^2$. Принимается, что в рассматриваемом здании каждая квартира имеет идентичные по суммарной площади окна и одинаковые по площади входные двери. Для каждой квартиры здания назначаются сопротивление воздухопроницанию окна $R_{uок} = 1$ м$^2$·ч/кг при $\Delta p = 10$ Па и сопротивление воздухопроницанию двери $R_{uдв} = 0{,}5$ м2·ч/кг при $\Delta p = 10$ Па.

На рис. 1 представлены точки центров окон квартир первого этажа на фасадах башен двух типов, которые рассматриваются в работе.

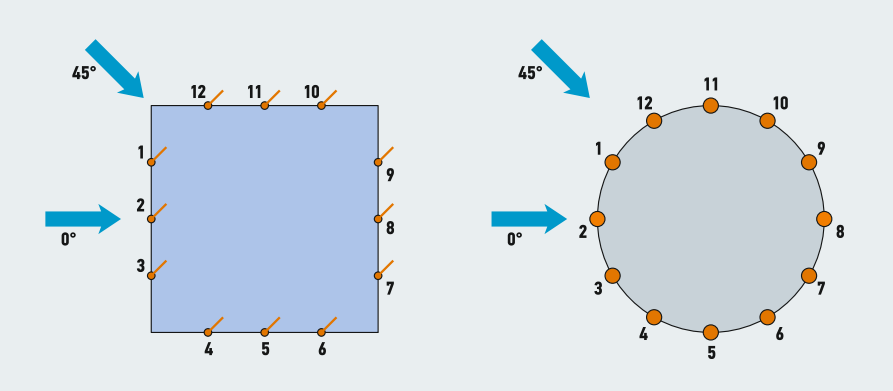



**Рис. 1.** Места расположения окон на периметрах башен

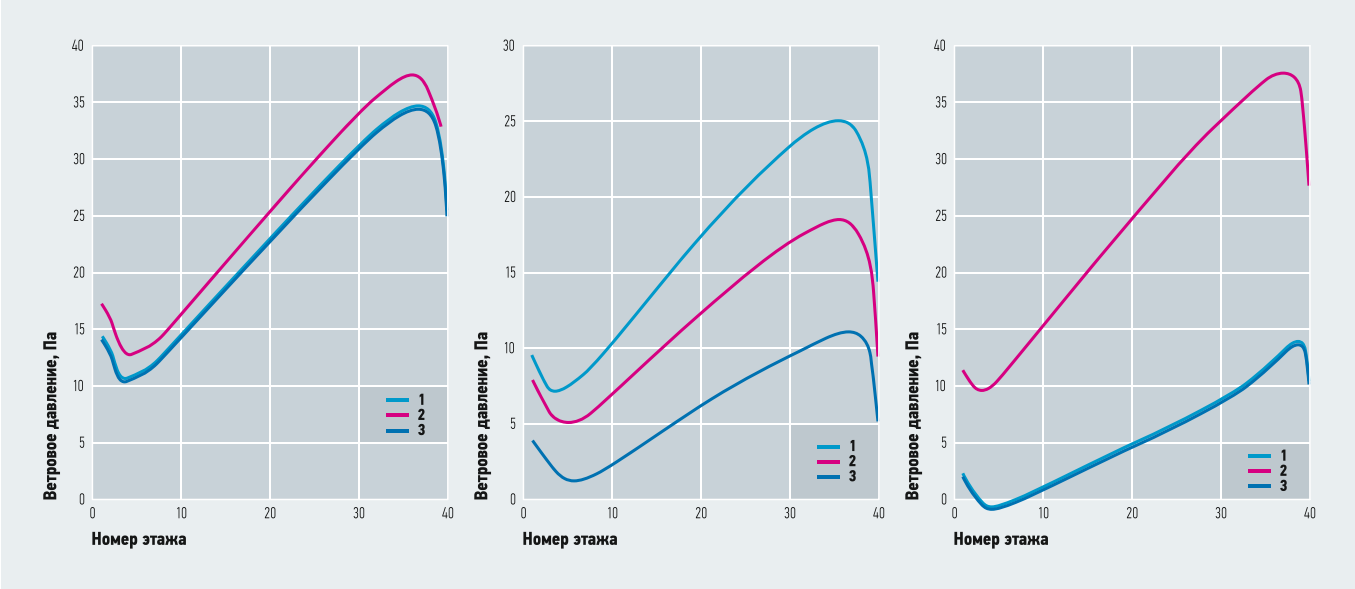



**Рис. 2. Ветровое давление** (по этажам для квартир по вертикальным рядам 1, 2, 3)

По высоте центры окон расположены на уровнях середин этажей. Высота окон первого этажа 1,5 м, 40-го — 118,5 м. Для нахождения расходов через окна и двери квартир решается система уравнений (1):

$$\begin{cases} P_{\text{н}i} = P_{0j} + \sqrt[3]{R_{u\text{ок}} \dfrac{G_{\text{ок}i}}{A_{\text{ок}}}}\,\text{sign}\left(G_{\text{ок}i}\right) + \\ \quad + \left(R_{u\text{дв}} \dfrac{G_{\text{дв}i}}{A_{\text{дв}}}\right)^2 \text{sign}\left(G_{\text{дв}i}\right), \\ G_{\text{ок}i} = G_{\text{дв}i} + \Delta G_{\text{п}i}, \\ \sum\limits_{i=1}^{N}\left(G_{\text{дв}i}\right) = \sum\limits_{j=1}^{M}\left(\Delta G_{kj}\right), \end{cases} \qquad (1)$$

где $P_{0j}$ — давление воздуха в коридоре $j$-го этажа, Па; $P_{\text{н}i}$ — внешнее давление на окно $i$-го помещения; $A_{\text{ок}}$ и $A_{\text{дв}}$ — площадь окон и дверей $i$-го помещения, м²; $R_{u\text{ок}}$ и $R_{u\text{дв}}$ — сопротивления воздухопроницанию окон и дверей, м²·ч/кг; $G_{\text{ок}i}$ и $G_{\text{дв}i}$ — расходы воздуха в окнах и дверях $i$-го помещения, кг/ч; $\Delta G_{\text{п}i}$ — дисбаланс притока/вытяжки по $i$-му помещению, кг/ч; $\Delta G_{\text{k}j}$ — дисбаланс притока/вытяжки по $j$-му коридору, кг/ч.

Внешнее давление $P_{\text{н}i}$ на окно $i$-го помещения состоит из суммы гравитационного и ветрового давлений, действующих на окно:

$$P_{\text{н}i} = P_{\text{g}i} + P_{\text{v}i} = \\ = c_{\text{р}}\rho_{\text{н}}\frac{v_i^2}{2} + \left(\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}}\right) g\left(H - z_i\right), \qquad (2)$$

где $c_{\text{р}}$ — аэродинамический коэффициент ветрового давления; $\rho_{\text{н}}$ и $\rho_{\text{в}}$ — плотности снаружи и внутри помещения, кг/м³; $g$ — ускорение свободного падения, м²/с; $z_i$ — высота $i$-го окна, м; $H$ — высота здания, м.

**В большинстве случаев давление в поэтажных коридорах может быть принято равным давлению в лестнично-лифтовом узле на том же уровне. Поскольку двери из коридоров в лестничную клетку и лифтовые холлы обычно приоткрыты**

В данной работе рассматривается случай, когда в здании работает механическая вентиляция с нулевым дисбалансом притока/вытяжки по каждому помещению ($\Delta G_{\text{п}i} = 0$) и суммарная вытяжка по коридору также равна нулю:

$$\sum_{j=1}^{M}\left(\Delta G_{kj}\right) = 0.$$

В большинстве случаев давление в поэтажных коридорах может быть принято равным давлению в лестнично-лифтовом узле на том же уровне. Это объясняется тем, что двери из коридоров в лестничную клетку и лифтовые холлы обычно приоткрыты, большой проводимостью обладают лифтовые двери, коэффициент сопротивления воздухопроницанию которых в 1000 раз меньше, чем у дверей помещений. Поэтому при принятом расчёте наружного гравитационного давления в коридорах на всех этажах зададимся постоянным давлением $p_0$ на каждом этаже.

С учётом всех допущений система решаемых уравнений примет вид:

$$\begin{cases} P_{\text{н}i} = P_{0j} + \sqrt[3]{R_{u\text{ок}} \dfrac{G_{\text{ок}i}}{A_{\text{ок}}}}\,\text{sign}\left(G_{\text{ок}i}\right) + \\ \quad + \left(R_{u\text{дв}} \dfrac{G_{\text{дв}i}}{A_{\text{дв}}}\right)^2 \text{sign}\left(G_{\text{дв}i}\right), \\ G_{\text{ок}i} = G_{\text{дв}i}, \\ \sum\limits_{i=1}^{N}\left(G_{\text{дв}i}\right) = 0. \end{cases} \qquad (3)$$

Рассматриваются шесть расчётных случаев для определения инфильтрационных расходов (табл. 1).

**Расчётные случаи для определения инфильтрационного расхода** табл. 1

| № вар. | Тип башни | Скорость ветра $U_0$ | Направление ветра |
|---|---|---|---|
| 1 | Квадрат | 3 | 0° |
| 2 | Квадрат | 3 | 45° |
| 3 | Квадрат | 9 | 0° |
| 4 | Квадрат | 9 | 45° |
| 5 | Круг | 3 | – |
| 6 | Круг | 9 | – |

**Сравнение по суммарному инфильтрационному расходу для здания** табл. 2

| № вар. | Тип башни | Скорость ветра $U_0$ | Направление ветра | Суммарный инф. расход |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Квадрат | 3 | 0° | 4697 кг/ч |
| 2 | Квадрат | 3 | 45° | –2,6 % |
| 3 | Квадрат | 9 | 0° | 13 % |
| 4 | Квадрат | 9 | 45° | 29,8 % |
| 5 | Круг | 3 | 0° | 4,4 % |
| 6 | Круг | 3 | 45° | 23 % |

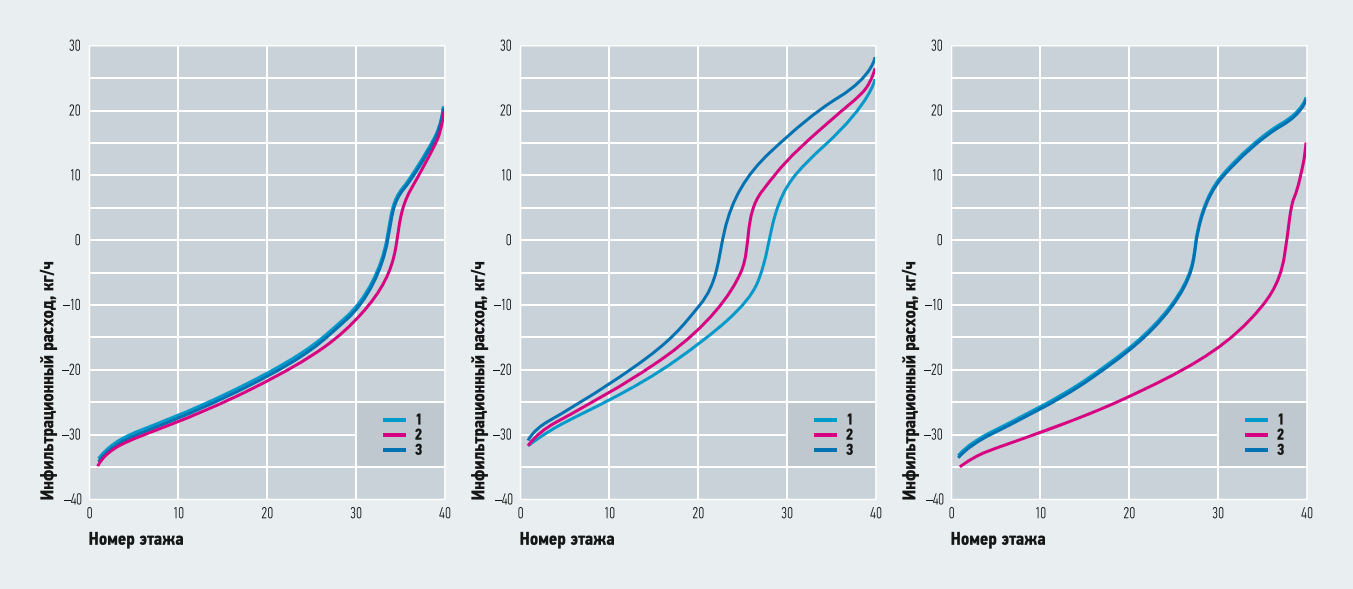



**Рис. 3. Ветровое давление** (по этажам для квартир по вертикальным рядам 1, 2, 3)

Ветровое давление $p_v$ для всех расчётных случаев было получено при помощи численного моделирования в программном пакете гидрогазодинамического анализа STAR-CCM+. Для задания скорости обтекания использовался закон:

$$U(z) = U_0\left(\frac{z}{10}\right)^n. \quad (4)$$

При $U_0 = 3$ м/с $n = 0{,}4$, при $U_0 = 9$ м/с $n = 0{,}1$. На рис. 2 приведены картины распрямления ветрового давления при скорости ветра $U_0 = 3$ м/с для вариантов 1, 2, 5. Направления ветра относительно расположения башни показаны на рис. 1.

## Полученные результаты

Представлено распределение инфильтрационных расходов для квартир вертикальных рядов 1, 2, 3 (рис. 3, вертикальный ряд 1 — первая квартира и все квартиры над первой по вертикали согласно рис. 1). Расход воздуха считается положительным при движении воздуха из помещения наружу и из коридора в помещение, поэтому инфильтрационные расходы со знаком «минус».

Несмотря на то, что расходы через окна вдоль вертикальных рядов (квартир) 1–12 имеют разные распределения расхода через окна, суммарный инфильтрационный расход по всему зданию для вариантов 1, 2, 5 отличается не более 5% друг от друга.

В табл. 2 представлены отклонения в процентах по всем вариантам от варианта 1 (суммарный инфильтрационный расход в табл. 2 взят по модулю).

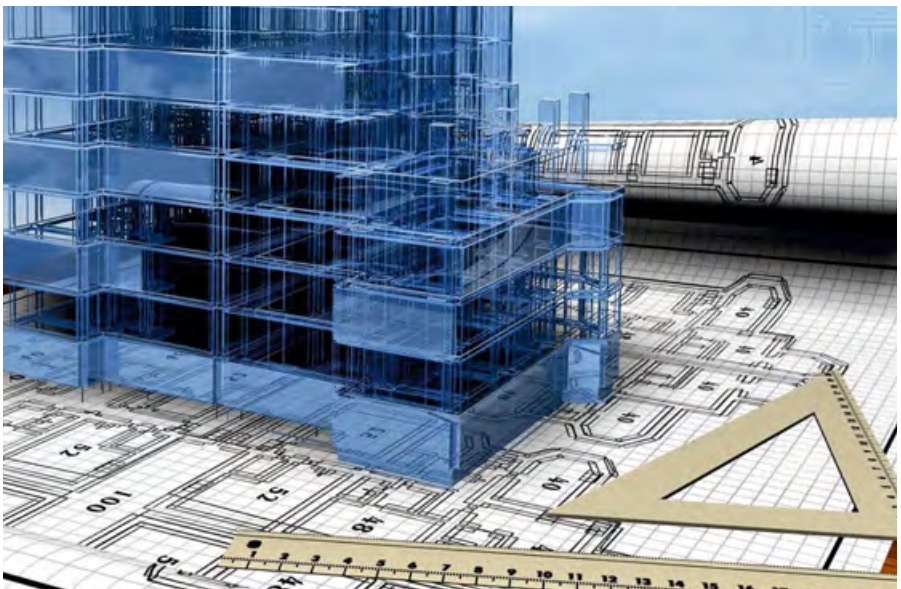
**Представлено распределение инфильтрационных расходов для квартир вертикальных рядов 1, 2, 3 (рис. 3, вертикальный ряд 1 — первая квартира и все квартиры над первой по вертикали согласно рис. 1). Расход воздуха считается положительным при движении воздуха из помещения наружу и из коридора в помещение, поэтому инфильтрационные расходы со знаком «минус»**

Также следует сказать о том, что инфильтрационный суммарный расход при отсутствии ветра составляет 4657 кг/ч. Анализируя данные табл. 2 с учётом значения инфильтрационного расхода при отсутствии ветра, можно заключить, что при скорости ветра 3 м/с (на уровне 10 м) практически нет вклада ветрового давления в инфильтрацию воздуха через окна.

Разница в форме башни при одинаковой площади суммарной площади окон практически не влияет на суммарный инфильтрационный расход.

При скорости 9 м/с ветровое давление уже вносит вклад в инфильтрацию воздуха через окна.

При таких скоростях важно учитывать при расчёте инфильтрации направление ветра и форму здания, задаваясь необходимым распределением аэродинамического коэффициента давления $c_p$ из эксперимента или численных расчётов.




1. Богословский В.Н., Щеглов В.П., Разумов Н.Н. Отопление и вентиляция. — М: Стройиздат, 1980.
2. Ливчак И.Ф. Вентиляция многоэтажных жилых зданий. — М.: Госстройиздат, 1951.
3. Китайцева Е.Х. Обобщённые методы расчёта воздушного режима здания и факторов, влияющих на качество внутреннего воздуха: Дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. — М.: МГСУ, 1995.
4. Малявина Е.Г., Бирюков С.В., Дианов С.Н. Воздушный режим жилых зданий. Учёт влияния воздушного режима на работу системы вентиляции жилых зданий // Журнал АВОК.
5. Грудзинский М.М., Ливчак В.И., Поз М.Я. Отопительно-вентиляционные системы зданий повышенной этажности. — М.: Стройиздат, 1982.
6. Романовская И.А. Исследование воздушного режима помещений с кондиционированием воздуха // Водоснабжение и санитарная техника, №10/1982.
7. Светлов К.С. Исследование воздухообмена в зданиях с использованием ЭВМ: Дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. — М.: МИСИ, 1986.
8. Требуков С.С. Организация воздушного режима многоэтажных общественных зданий: Дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. — М.: МИСИ, 1987.

GREE

# Super Free Match

мульти-сплит система

РАСШИРЕННАЯ ГАРАНТИЯ GREE 5 лет

**Экономичный тип оборудования – значительно снизит стоимость любого проекта**

**Возможность подключения до 9 внутренних блоков**

**Широкий диапазон эксплуатации:**
**Охлаждение: -15˚C ÷ +48˚C**
**Обогрев: -20˚C ÷ +24˚C**

**Высокая производительность:**
**12 ÷ 16,5 кВт**

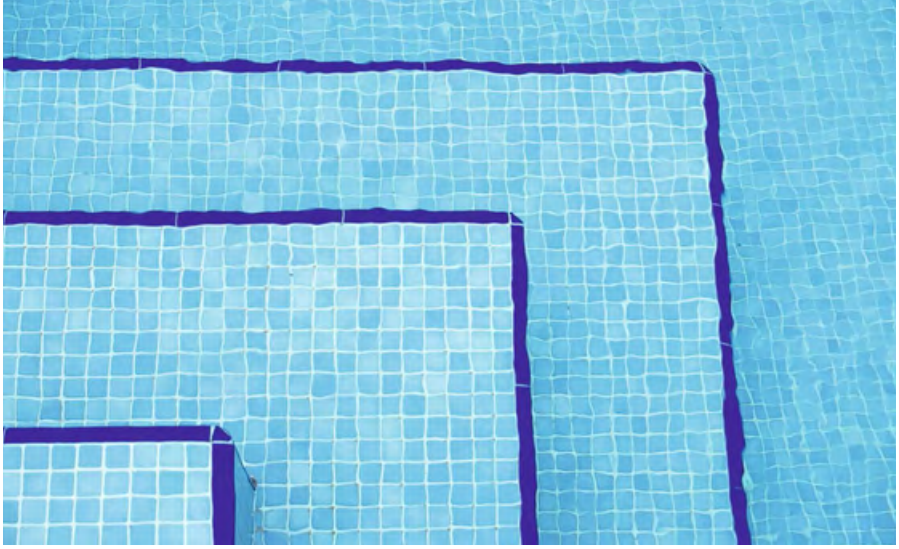
МИР КЛИМАТА

Приглашаем Вас посетить стенд **GREE — 2B11**, павильон 2, зал 2 на выставке «Мир Климата» ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР» **с 1 по 4 марта** 2016 года.

ЕВРОКЛИМАТ
кондиционирование и вентиляция

8 800 333-47-33
Звонок по России бесплатный
www.euroclimat.ru
www.gree-air.ru

На правах рекламы.



# Отечественное оборудование для вентиляции бассейнов

С появлением крытых плавательных бассейнов люди столкнулись с проблемами комфортного пребывания внутри этих помещений. Тёплый и излишне влажный воздух сделал атмосферу в помещении бассейнов удушливой. И осознание этой проблемы может быть ознаменовано как момент начала работы технической мысли по организации благоприятной воздушной среды в помещениях бассейнов.

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

Однако дискомфорт посетителей — это только один аспект существования открытой глади воды в закрытых помещениях. Также повышенная влажность воздуха вызывает активную коррозию открытых металлических деталей строительных конструкций, разрушение строительных, отделочных и декоративных элементов помещения бассейна, образование влажных поверхностей на ограждениях, появление плесневых грибков. Все эти проблемы приводят к одному верному решению — организации воздухообмена в помещении бассейна, контроль и поддержание комфортных параметров воздушной среды.

На данный момент на рынке вентиляционного оборудования в нише вентиляционных установок для обслуживания помещений бассейнов в большинстве своём доминировали именитые зарубежные производители. Позиция сегментирования рынка по конкретным направлениям с учётом соответствующих требований принесло свои плоды — ведущие игроки создали специализированные технические решения, воплотили их в своих вентиляционных установках и популяризировали среди целевой группы потребителей. К чему это привело? В огромном количестве проектов объектов спортивного, развлекательного и оздоровительного плавания преобладают дорогостоящие зарубежные вентиляционные установки.

Компания «ВЕЗА» с момента своего образования строила свою работу как универсальный производитель оборудования для рынка вентиляции и кондиционирования воздуха. Специалисты компании решали и решают поставленные задачи любой сложности, в том числе и вентиляции помещений бассейнов в рамках свободно конфигурируемых вентиляционных установок КЦКП/ВЕРОСА.

Однако потребности рынка в замене импортного оборудования качественными отечественными образцами привели к тому, что в 2012 году специалистами компании «ВЕЗА» была выделена специализированная линейка вентиляционных установок для обслуживания помещений бассейнов — АКВАРИС (фото 1).

Установки АКВАРИС призваны удовлетворить потребности в осушении и вентиляции помещений бассейнов различного назначения (частные, детские, спортивные, лечебные, развлекательные).

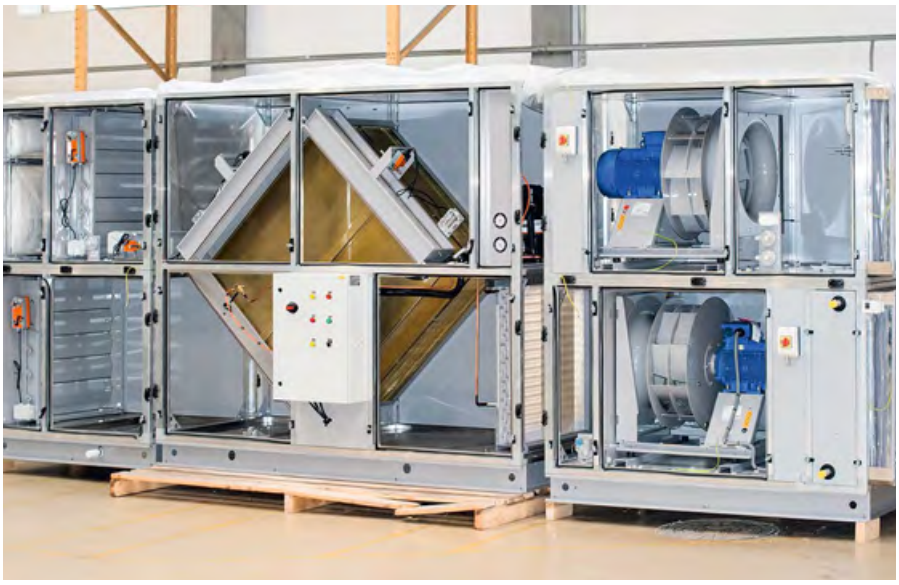


**Фото 1. Отечественная вентиляционная установка АКВАРИС**

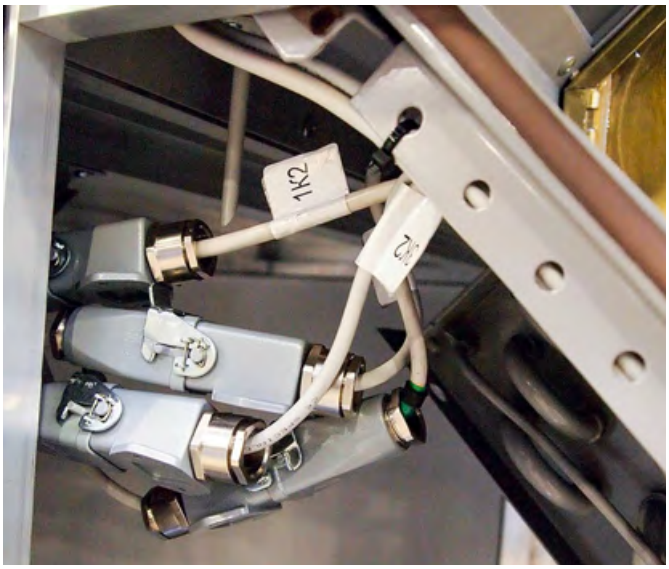



**Фото 2.** Автоматика вентиляционной установки АКВАРИС

Каковы же отличительные черты вентиляционных установок АКВАРИС (фото 2):

**1. Высокое качество всех компонентов установки** — заготовка материалов для участка сборки осуществляется с участием автоматизированных координатно-пробивных и гибочных станков ведущих мировых производителей Salvagnini, Trumpf и др. Комплектующие используются в большинстве своём ведущих отечественных производителей, за исключением тех, что на территории России не производятся. Рекуператоры пластинчатого типа применяются немецкого производства Klingenburg, компрессоры Copeland, электрические приводы воздушных заслонок — Belimo.

**Установки АКВАРИС призваны удовлетворить потребности в осушении и вентиляции помещений бассейнов различного назначения (частные, детские, спортивные, лечебные, а также развлекательные)**

**2. Все детали внутреннего каркаса и компоненты установки АКВАРИС надёжно защищены от вредоносного коррозионно-активного воздействия** влажного, насыщенного хлором и его соединениями вытяжного воздуха.

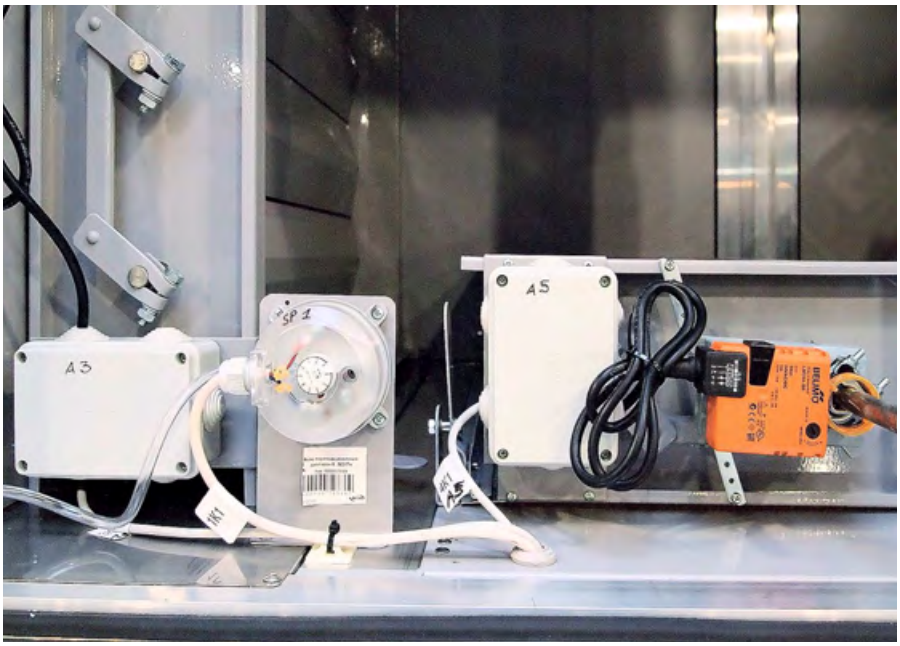
**3. Порядка 50% всей тепловой нагрузки на бассейновые комплексы приходится на помещение бассейна** — это нагрев воды для чаши бассейна, воды для душевых и, конечно, нагрев воздуха. Применение в составе установок секций рециркуляции, рекуперации и тепловых насосов позволяет разумно распорядиться тем теплом, которое находится в удаляемом воздухе. Рекуперируемое тепло можно применить для нагрева приточного воздуха, нагрева воды для собственных нужд.

**4. Корпус установки изготавливается по каркасно-панельной технологии производства.** Примыкание панелей корпуса к его каркасу образует лабиринтное уплотнение, что придаёт корпусу высокую жёсткость и прочность, низкий объём протечек и сведение к минимуму тепловых мостов. Характеристики корпуса отвечают высоким требованиям не только российских, но и европейских стандартов.

**5. Установки АКВАРИС поставляются в комплекте с интеллектуальной системой автоматического управления.** Оригинальное программное обеспечение позволяет поддерживать оптимальные параметры микроклимата в обслуживаемом помещении, а также контролировать работу компонентов установки и защищать их от выхода из строя, в случае необходимости.

Оборудование поставляется в максимальной заводской готовности с установленными и подключёнными по месту к клеммной коробке контрольно-измерительными приборами и исполнительными механизмами. Соединение между блоками осуществляется с помощью специальных кабельных разъёмов.

Вентиляционные установки АКВАРИС изготавливаются в 14 типоразмерах — с расходами воздуха начиная от 1000 м$^3$/ч и до максимального значения в 35 тыс. м$^3$/ч. При этом габаритная сетка сформирована таким образом, чтобы удовлетворить требования архитекторов — на один и тот же расход можно подобрать установки как более широкие и с меньшей высотой, так более узкие, но с ростом по высоте.



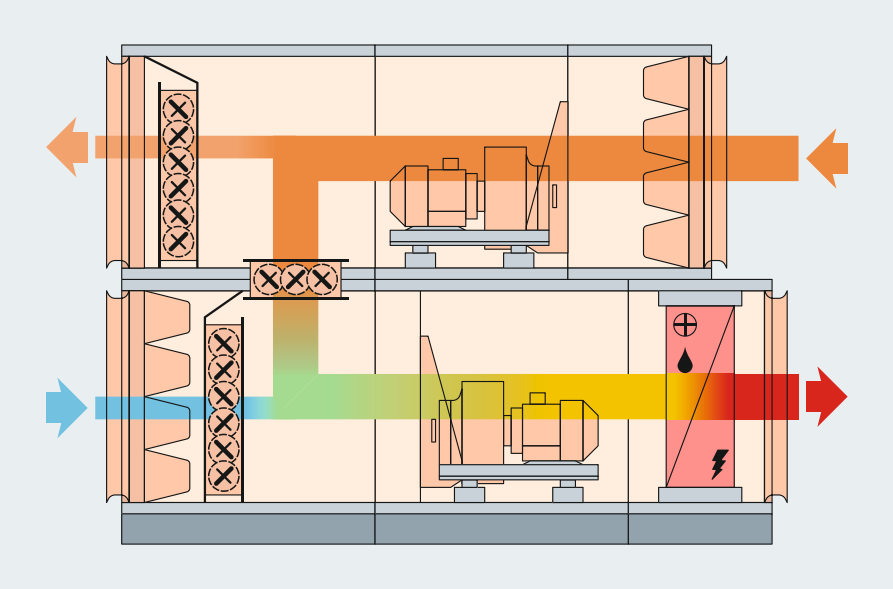


Рис. 1. Принципиальная схема работы установки АКВ-1

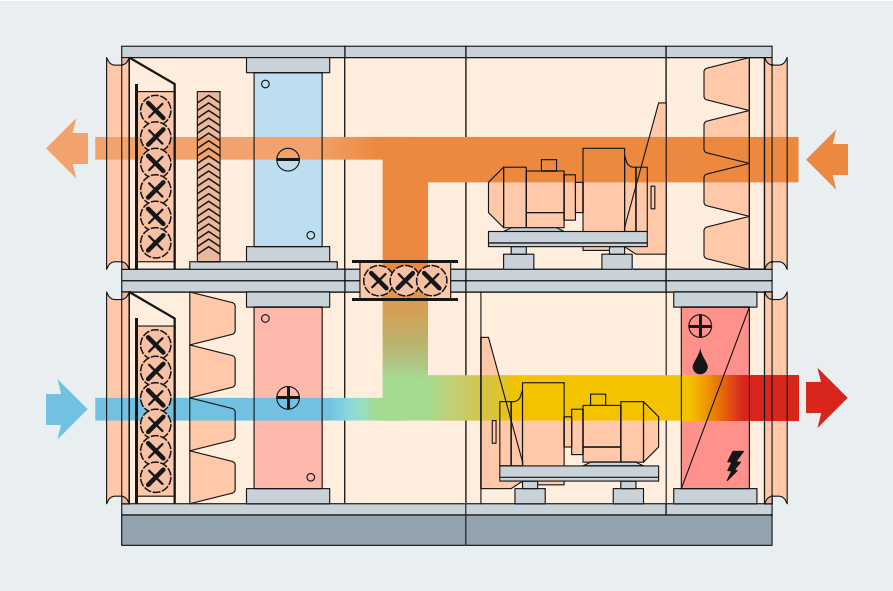


Рис. 2. Принципиальная схема работы установки АКВ-2

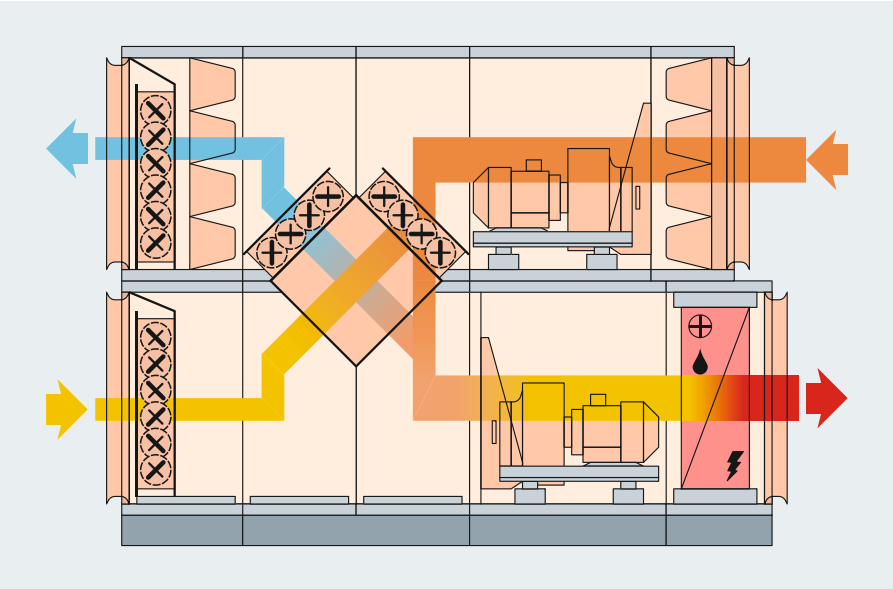


Рис. 3. Принципиальная схема работы установки АКВ-3

Было разработано пять функциональных схем установок АКВАРИС (рис. 1–5):

**1. АКВ-1** — приточно-вытяжная вентиляционная установка двухэтажного типа с размещёнными внутри приточным и вытяжным вентиляторами, фильтрами, калорифером для нагрева приточного воздуха и секцией рециркуляции, с помощью которой происходит поддержание требуемой влажности воздуха в помещении, а также существенная экономия тепла на нагрев приточного воздуха. Такая схема установки АКВАРИС наиболее востребована в частных и общественных бассейнах с небольшим зеркалом воды.

**2. АКВ-2** — логичное развитие установки АКВАРИС, выполненной по первой функциональной схеме, так как с ростом площади бассейна возрастают и энергетические затраты на поддержание требуемого микроклимата в помещении, нагрев воды. Естественно, возрастают и потери тепла, в том числе и те, что связаны с удалением отработанного воздуха из помещения. Несмотря на то, что часть воздуха, порядка 70 %, возвращается в помещение, оставшаяся его часть вместе с ценным теплом безвозвратно удаляется на улицу. Во избежание таких потерь в схеме АКВ-2 применяется жидкостный рекуператор, коэффициент полезного действия которого достигает 40–50 %. Данное устройство возвращает до 50 % тепла воздуха, выбрасываемого в атмосферу.

**3. АКВ-3** — как и вторая схема установок АКВАРИС, данная модель также имеет встроенный рекуператор и секцию рециркуляции. Однако ключевое отличие заключается в том, что здесь применятся пластинчатый рекуператор с высоким КПД (60–70 %). Применение данной схемы установок АКВАРИС позволяет ещё больше экономить тепло на нагрев приточного воздуха. Удаляемый воздух после обработки в рекуператоре имеет температуру порядка +12 °С вместо +28 °С.

**4. АКВ-4.** Все описанные выше схемы кроме всех своих преимуществ имели один недостаток — отсутствие возможности иметь встроенный охладитель/осушитель. Особенно эта проблема актуальна для регионов, где температура наружного воздуха бóльшую часть лета держится выше +30 °С. Для решения этой проблемы были разработаны установки АКВАРИС со встроенной холодильной машиной. Основной режим её работы — режим теплового насоса, когда происходит отбор тепла от удаляемого воздуха и перенос его в приток. Здесь испаритель холодильной машины размещается в вытяжном тракте установки, где он охлаждает вытяжной воздух и отбирает

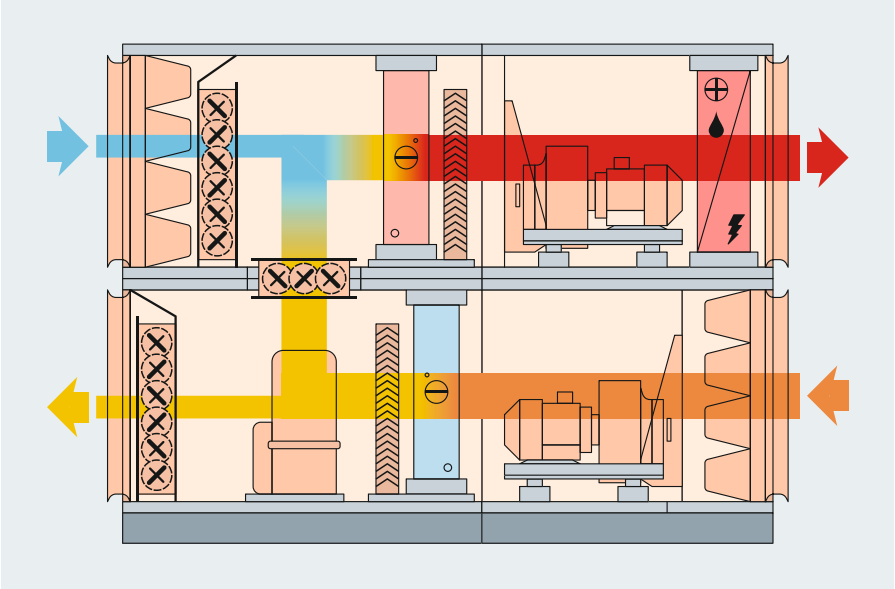


**Рис. 4.** Принципиальная схема работы установки АКВ-4

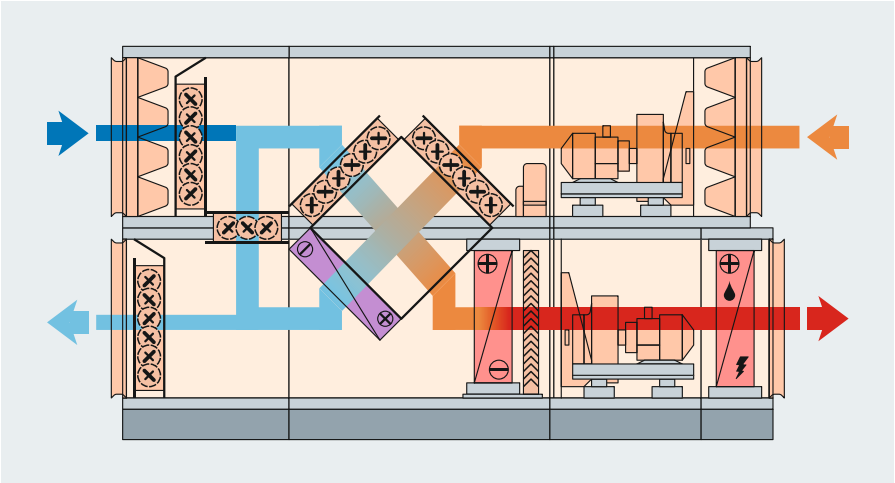


**Рис. 5.** Принципиальная схема работы установки АКВ-5

у него тепло. В это время конденсатор (по сути, нагреватель) размещается в приточном траке, где он отдаёт приобретённое испарителем тепло приточному воздуху. Также в приток дополнительно переносится тепло, выработанное компрессором в процессе своей работы. При такой работе встроенная холодильная машина выполняет функцию рекуператора. По запросу тепловой насос может быть оборудован дополнительным устройством — четырёхходовым клапаном, с помощью которого рабочий холодильный цикл может быть обращён вспять, и теплообменники в вытяжном и приточном трактах функционально поменяются своими местами — установка получит возможность охлаждать приточный воздух летом. Встроенная холодильная машина может быть оборудована дополнительным водяным конденсатором для нагрева воды для собственных нужд. Тепловой насос, кроме того, исполняет функцию осушителя.

**5. АКВ-5.** Конструкция установок АКВАРИС, выполненных по четвёртой схеме, не позволяет эффективно использовать её повсеместно, к тому же часть удаляемого воздуха содержит достаточно много ценного и дорогого тепла. С целью объединить все лучшие качества описанных выше схем была разработана и воплощена в жизнь вентиляционная установка, выполненная по пятой схеме. АКВ-5 имеет в своём составе не только традиционный клапан рециркуляции, неотъёмлемые вентиляторы и фильтры, но и встроенную холодильную машину с секцией пластинчатого рекуператора тепла. Представленная схема является наиболее популярной и востребованной в секторе рынка, специализирующемся на вентиляции помещений бассейнов. Комплектация всеми указанными выше компонентами позволило существенно расширить границы применяемости, а эффективность утилизации тепла удаляемого воздуха достигла наивысшего значения.

Иногда проектные условия не позволяют размещать вентиляционное оборудование в его традиционном горизонтальном виде. Для этих случаев были разработаны и успешно воплощены установки АКВАРИС вертикального типа (фото 3). Данное исполнение может быть выполнено как по третьей, так и по пятой схеме. Приточный и выбросные патрубки установки размещаются сверху. Такое решение идеально подходит при вертикальной подводке воздуховодов, например, при размещении установки в подвале.

Идёт постоянное совершенствование конструкции и алгоритмов работы установки АКВАРИС. Наша цель — предоставить потребителю отечественное оборудование, выполненное на высоком технологическом уровне, работающее в суровых реалиях российского климата. Компания «ВЕЗА» имеет успешную практику поставок вентиляционных установок на объекты в условиях холодного Крайнего Севера, а также жаркого и влажного Юга России, где оно зарекомендовало себя как надёжное и эффективное.

**Фото 3.** Вентиляционная установка АКВАРИС в вертикальном исполнении

# Общеобменная и местная вытяжная вентиляция в жилых многоэтажных домах

В этой статье приводятся схемы естественной канальной вытяжной общеобменной вентиляции жилых зданий различной этажности. Рассматривается возможность и целесообразность установки вытяжного зонта над газовой (или электрической) плитой в квартире, а также соединения зонта воздуховодом с вытяжным каналом. Проанализирована возможность установки зонта для схем вентиляции с раздельными каналами и каналами-спутниками. Показано, что применять вытяжную установку целесообразно в зданиях с раздельными каналами.

**Автор:** Б.П. НОВОСЕЛЬЦЕВ, к.т.н., доцент, профессор кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет» (ВГАСУ)

Статья подготовлена на основе материалов сборника докладов VI Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции» НИУ МГСУ.

Во вновь проектируемых жилых домах организацию воздухообмена следует выполнять согласно рекомендациям [1]. В существующих многоэтажных жилых домах предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с естественным побуждением движения воздуха. Отработанный воздух удаляется из мест его наибольшего загрязнения (из кухонь и санитарных узлов), а приточный воздух поступает неорганизованным путём, то есть через неплотности в наружных ограждениях. Однако некоторые жители по собственной инициативе над плитами устанавливают вытяжную установку, в комплекс которой входит зонт, жиропоглощающий фильтр и вентилятор. Подача вентилятора может быть различна: в среднем от 180 до 300 м$^3$/ч. Вытяжной зонт 3 воздуховодом 5 соединяется с раздельным вытяжным каналом 1 (рис. 1а) или с вертикальным каналом-спутником 9 (рис. 1б). До соединения указанных элементов жалюзийную решётку 12 удаляют.

Вытяжная естественная канальная вентиляция состоит из вертикальных каналов с отверстиями для входа воздуха, закрытыми жалюзийными решётками. Загрязнённый воздух из помещения проходит через жалюзийную решётку в канал, поднимается вверх и выходит в атмосферу. Вытяжные каналы могут выполняться из кирпича или в виде специальных блоков или панелей из бетона или железобетона [4]. В жилых зданиях с числом этажей не более пяти устраивают раздельные вентиляционные каналы для каждого этажа (рис. 1а).

Выпуск воздуха в атмосферу при холодном чердаке осуществляется через вытяжные шахты, завершающие каждый вентиляционный канал и проходящие транзитом через чердачное помещение.

При наличии тёплого чердака воздух из вентиляционных каналов всех квартир одной секции поступает в объём чердака, из которого выходит в атмосферу через общую вытяжную шахту. Предусматривается одна шахта на секцию дома (рис. 1б) [5].

На рис. 1а показано, что на первом, четвёртом и пятом этажах установлены вытяжные установки, на втором и третьем этажах вытяжных установок нет.

**При описанном конструктивном выполнении вытяжной системы естественной вентиляции загрязнённый воздух из сборного канала по каналам-спутникам других этажей поступает в кухни квартир, расположенных на двух-девяти этажах, и частично в тёплый чердак. Работа вытяжной вентиляции с естественным побуждением нарушается, вместо удаления воздуха через жалюзийные решётки последние начинают работать на приток**

Рассмотрим принцип работы вытяжной установки в жилом доме (рис. 1а). При включении вентилятора 4, расположенного, например, на первом этаже, загрязнённый воздух из-под зонта 3 отсасывается и нагнетается в воздуховод 5, попадает в раздельный вентиляционный канал 1 и выходит в атмосферу.

Аналогичным образом загрязнённый воздух удаляется и из других помещений. Учитывая, что удаление воздуха из каждого помещения осуществляется по раздельным каналам, то удаляемый воздух не попадает в помещения других этажей. Удаление воздуха из кухонь, расположенных на втором и третьем этажах, осуществляется вытяжной общеобменной вентиляцией через жалюзийные решётки 12 по раздельным вытяжным каналам 1.

Принцип работы вытяжной установки в жилом доме высотой, например, в девять этажей следующий. При включении вентилятора 4 (рис. 1б), например, на первом этаже, загрязнённый воздух из-под зонта 3 вентилятором 4 отсасывается и нагнетается по воздуховоду 5 в вертикальный канал-спутник 9, из которого попадает в сборный вытяжной канал 8. При таком конструктивном выполнении вытяжной системы естественной вентиляции загрязнённый воздух из сборного канала 8 по каналам-спутникам других этажей поступает в кухни квартир, расположенных на двух-девяти этажах, и частично в тёплый чердак.

В этом случае работа вытяжной вентиляции с естественным побуждением нарушается, и вместо удаления воздуха через жалюзийные решётки 12 (рис. 1б) последние начинают работать на приток, то есть загрязнённый воздух из кухни, расположенной на первом этаже, подаётся в кухни соседних этажей.

Такая «вентиляция» не обеспечивает заданные параметры воздуха в квартирах. Поэтому установка вытяжных установок в жилых зданиях, в которых вытяжная канальная вентиляция выполнена с каналами-спутниками, должна быть запрещена.

В заключении следует напомнить, что вентиляторы не рассчитаны на постоянную работу, а в период их бездействия они ухудшают удаление воздуха из-за большого собственного аэродинамического сопротивления.

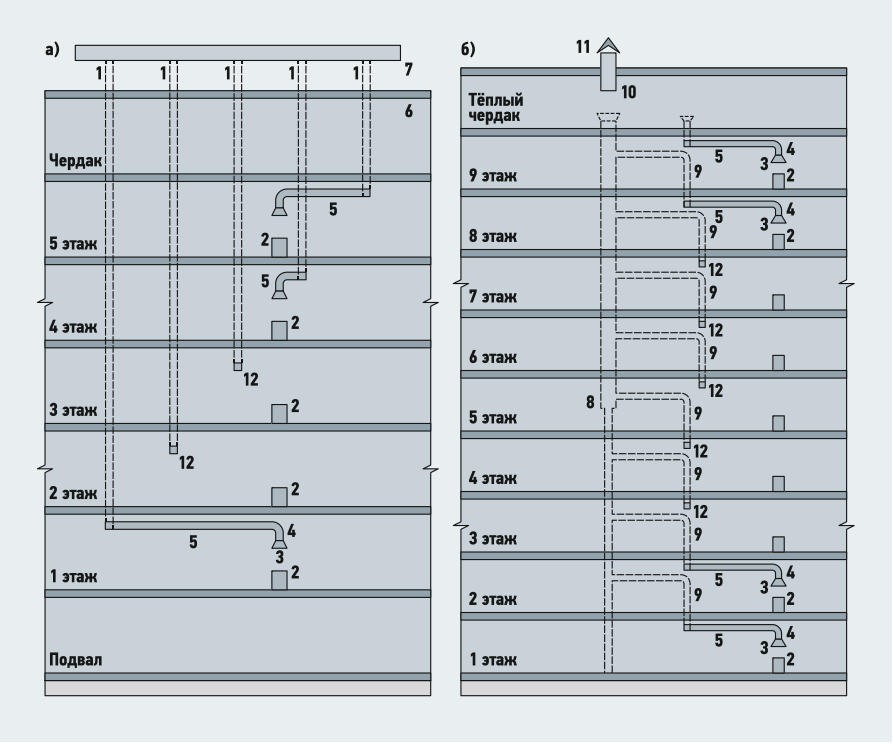



**Рис. 1. Схемы вытяжной канальной вентиляции при установке вытяжного зонта над газовой или электрической плитой** [**а** — с раздельными каналами; **б** — с каналом спутником; **1** — раздельный вытяжной канал; **2** — газовая (электрическая) плита; **3** — вытяжной зонт; **4** — вентилятор; **5** — воздуховод; **6** — кровля; **7** — зонт; **8** — сборный вытяжной канал; **9** — вертикальный канал-спутник; **10** — вытяжная шахта; **11** — зонт; **12** — жалюзийная решётка]


1. Рекомендации НП «АВОК» 5.2–2012. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах жилых зданий.
2. СНиП 41-01–2003*. Отопление, вентиляция и кондиционирование. — М.: ГУП ЦПП Госстрой России, 2003.
3. СП 60.13330.2012*. Актуал. ред. СНиП 41-01–2003. — М.: ФАУ «ФЦС», ООО «Аналитик», 2012.
4. Богословский В.Н., Новожилов В.И., Симаков Б.Д., Титов В.П. Отопление и вентиляция: Ч. II. — М.: Стройиздат, 1976.
5. Рекомендации по проектированию железобетонных крыш с тёплым чердаком для многоэтажных жилых зданий. — М.: Стройиздат, 1986.

# Особенности утилизации климатического оборудования

В статье разъясняются нововведения №458-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон “Об отходах производства и потребления”» в части, касающейся введения ответственности производителей/импортёров климатической техники, подлежащей утилизации после утраты потребительских свойств. Поднимается вопрос об ответственности за несоблюдение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при обращении с веществами, разрушающими озоновый слой. Анонсируется запуск первого в России завода по переработке холодильной и климатической техники. Даются рекомендации по выбору утилизирующих компаний.

**Автор:** А.В. ЕРМОЛИН, генеральный директор утилизирующей компании «УКО»

В последнее время внимание государственных органов, средств массовой информации, общественности приковано к проблемам экологии и охраны окружающей среды. Во многом изменению подходов к сфере обращения с отходами способствовало принятие Федерального закона от 29 декабря 2014 года №458-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон “Об отходах производства и потребления”, отдельные законодательные акты РФ и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) РФ». В настоящий момент профильными министерствами и ведомствами разрабатываются подзаконные акты к нему, которые должны помочь реализовать заложенные в законе подходы к рациональному природопользованию.

Ключевые нововведения закона:

- ответственность производителей и импортёров товаров, подлежащих утилизации после утраты ими потребительских свойств;
- введение института региональных операторов по обращению с отходами;
- создание предпосылок для вовлечения отходов во вторичный оборот.

Производителям и импортёрам различного вида бытовой и электронной техники предлагается осуществить одну из двух стратегий реализации принципа «расширенной ответственности производителя». Первая — уплата утилизационного сбора (табл. 1). При этом ответственность за дальнейшую судьбу техники, подлежащей утилизации, полностью переходит на плечи государства. Вторая — непосредственное участие в организации системы сбора и последующей переработки техники самостоятельно (табл. 2). Многие эксперты уверены, что финансовые потери будут меньше, если производителями будет выбрана вторая стратегия. Этот путь будет способствовать и формированию отрасли по переработке отходов бытовой и электронной техники.

**Производителям и импортёрам бытовой и электронной техники предлагается осуществить одну из двух стратегий реализации принципа «расширенной ответственности производителя»**

Уже в 2017 году производителям/импортёрам климатической техники предстоит решить, как они будут реализовывать принцип «расширенной ответственности производителя».

Но до 2017 года надо ещё дожить — скажут производители и выдохнут спокойно. К сожалению, это не совсем так. Климатическая техника — и холодильная, и морозильная — содержит фреоны. А фреоны — это озоноразрушающие вещества. 1 января 2014 года были приняты поправки в КоАП РФ, определяющие меру ответственности за несоблюдение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при обращении с веществами, разрушающими озоновый слой. Так, в соответствии со статьёй 8.2 КоАП РФ за подобные нарушения налагается штраф на юридических лиц в размере от 100 тыс. до 250 тыс. рублей или вводится приостановление деятельности на срок до 90 суток. Таким образом, если производители климатической техники решат «утилизировать» её, например, по

**Для производителей климатической техники «синергия» №458-ФЗ и КоАП РФ ставит достаточно жёсткие рамки. Если раньше они могли почти без последствий пользоваться услугами «чёрных» утилизаторов, то теперь закон почти исключил такую возможность**

технологии, применяемой для лома чёрных металлов, и будут уличены в этом, то уже сейчас они могут быть подвергнуты административной ответственности. Если штрафы не так пугают бизнес-сообщество, то приостановка деятельности — куда более неприятная вещь.

До настоящего времени надзорные органы не проявляли большого интереса к проблеме утилизации фреоносодержащей техники. Но, учитывая, что президент Российской Федерации Владимир Путин обозначил курс на защиту озонового слоя, то ситуация в ближайшее время может резко измениться. Так, в ходе климатической конференции в Париже президент обозначил необходимость борьбы с выбросами парниковых газов и призвал обратить пристальное внимание на проблему изменения климата. Отметим, что отдельные фреоны могут наносить в 10 тыс. раз бóльший вред озоновому слою, чем углекислый газ.

Получается, что для производителей климатической техники «синергия» №458-ФЗ и КоАП РФ ставит достаточно жёсткие рамки. Если раньше они могли почти без последствий пользоваться услугами «чёрных» утилизаторов, отправляя отслужившую свой срок службы технику или заводской брак на металлолом, то теперь закон почти исключил такую возможность. Прежде чем ответить, как грамотно утилизировать климатическую технику, скажем пару слов о «чёрных» утилизаторах, чтобы производителям было проще их определить и отказаться от их услуг.

«Чёрных» утилизаторов можно сгруппировать по отношению к отходам следующим образом: маргинальные «утилизаторы»; непрофессиональные «эффективные утилизаторы»; недобросовестные «утилизаторы»; фиктивные «утилизаторы»; антиимиджевые «утилизаторы»; криминальные «утилизаторы». Непосредственно производители климатической техники чаще всего сталкиваются со вторым, третьим, четвёртым и пятым видами «утилизаторов». Непрофессиональные «утилизаторы» — это представители менеджмента компании-производителя.

**Основные ставки экологического сбора** табл. 1

| Наименование позиции | Ставка, руб. за тонну |
|---|---|
| Бумага и картон | 2378 |
| Тара из бумаги и картона | 2378 |
| Стекло и изделия из него | 2564–2858 |
| Резина и изделия из неё | 7109–8965 |
| Масла нефтяные смазочные | 3431 |
| Пластмассы и изделия из них | 3691 |
| Упаковка из пластмассы | 3691 |
| Электронная и электробытовая техника и изделия | 26469 |
| Батареи аккумуляторные | 33476 |

**Нормативы утилизации отходов от использования климатической техники** табл. 2

| Наименование групп товаров, предусмотренных перечнем готовых товаров, включая упаковку, подлежащих утилизации после утраты ими потребительских свойств (распоряжение Правительства РФ от 24.09.2015 №1886-р) | Наименование позиции Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза (ТН ВЭД ЕАЭС) | Норматив утилизации отходов от использования товаров, % | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2015 | 2016 | 2017 |
| Группа №31 «Приборы бытовые электрические» | Холодильники, морозильники и прочее холодильное или морозильное оборудование электрическое или других типов; тепловые насосы, кроме установок для кондиционирования воздуха товарной позиции 8415 | 0 | 0 | 5 |
| Группа №34 «Оборудование промышленное холодильное и вентиляционное» | Установки для кондиционирования воздуха, оборудованные вентилятором с двигателем и приборами для изменения температуры и влажности воздуха, включая кондиционеры, в которых влажность не может регулироваться отдельно | 0 | 0 | 5 |
| | Установки для кондиционирования воздуха, используемые для людей в моторных транспортных средствах | н.д. | н.д. | н.д. |
| | Холодильники, морозильники и прочее холодильное или морозильное оборудование электрическое или других типов; тепловые насосы, кроме установок для кондиционирования воздуха товарной позиции 8415 | н.д. | н.д. | н.д. |

Именно по их инициативе принимаются решения либо сэкономить на утилизации фреоносодержащих отходов, что приводит к заключению контрактов с недобросовестными «утилизаторами», либо, если у компании вовсе отсутствует бюджет на проведение утилизации, выкинуть брак вместе с другими отходами. Заключение договора с недобросовестными «утилизаторами» для производителей климатической техники чревато штрафами в соответствии со статьёй 8.2 КоАП РФ. Такие «утилизаторы» из отходов выбирают только ценные компоненты. Судьба оставшихся компонентов им безразлична, поэтому надеяться на то, что они нейтрализуют опасные хладагенты, содержащиеся в климатической технике, не стоит. К рассматриваемому виду «утилизаторов» можно отнести и компании по заготовке чёрного и цветного металла. На сегодняшний день — отработавшая свой срок эксплуатации, неремонтопригодная или бракованная климатическая техника чаще всего попадает к «черметчикам». К фиктивным «утилизаторам» относятся компании, которые «торгуют» своей лицензией, формально закрывая потребности заказчиков в документообороте на утилизацию. Для известных брендов большой урон могут нанести антиимиджевые «утилизаторы». Очевидно, что появление климатического оборудования, направленного на утилизацию, на вторичном «чёрном» рынке сильно подрывает репутацию производителя.

С описанными выше видами «утилизаторов» до 2016 года сталкивались многие производители. Да и заключая контракт с надёжной утилизирующей компанией, производители климатической техники не могли быть до конца уверенными, что фреоны будут утилизированы в соответствии с нормами и требованиями законодательства. Такая ситуация возникала из-за того, что до настоящего времени в РФ не было ни одного специализированного завода по переработке подобной техники, использующего технологию, исключающую нанесение вреда озоновому слою. Но сейчас эта ситуация выправилась. В Московской области в Дмитровском районе на базе ООО «УКО» запускается в эксплуатацию первый в России завод по переработке холодильной, морозильной и климатической техники со 100%-м извлечением фреонов, что полностью соответствует европейским нормам. То есть применяемая технология переработки обеспечивает высокую степень фреонобезопасности при утилизации хладагентов. Отметим, что по данным ООН по промышленному развитию, на долю 19 стран с переходной экономикой приходится, ориентировочно, около 17% от общего объёма потребления озоноразрушающих веществ. Это значит, что в оборудовании таких стран содержится до 642,4 тыс. тонн озоноразрушающего потенциала или от 2300 до 3400 млн тонн эквивалента углекислого газа $CO_2$.

Производственная мощность завода составляет 50 тыс. единиц холодильной и климатической техники в год. Есть возможность увеличения производственной мощности до 200 тыс. единиц техники в год. Производство полностью автоматизировано.

Итальянское оборудование, которым укомплектованы заводские площади, обеспечивает производственный цикл, гарантирующий использование всех компонентов перерабатываемой техники с нулевым воздействием на окружающую среду. После шредирования в сепараторах различного вида сырьё разделяется на чёрные металлы, алюминий, медь, пластиковую и пенополиуретановую фракции. Высвобождающиеся фреоны поглощаются на адсорбционном модуле.

Так как не все виды климатической техники содержат фреоны, то можно выделить два подхода к её утилизации. Техника, их не содержащая, например, вентиляторы, увлажнители воздуха, перерабатывается как и другие виды электроники. Техника же, в которой в качестве хладагента используются фреоны, перерабатывается с обязательным их извлечением. Чтобы не быть голословным, скажем несколько слов об основных типах фреонов и их вреде для озонового слоя. Самые опасные фреоны — это хлорфторуглеводороды (ХФУ). Основными, используемыми в промышленности, являются R11, R12, R113, R114. Менее опасными являются гидрохлорфторуглеводороды (ГХФУ). Основными из них являются R22, R141b, R142b. Из них R22 особенно часто применяется в системах кондиционирования. В плане опасности для озонового слоя, если взять в качестве меры вреда углекислый газ за единицу, то у ХФУ опасность будет более 10 тыс. раз, у ГХФУ — более 1 тыс. раз.

Вдумайтесь, один килограмм ХФУ по своему разрушительному воздействию на озоновый слой эквивалентен 10 т углекислого газа! А килограмм фреона содержится всего в 10 единицах техники…

Переработка фреоносодержащей техники происходит в несколько стадий. Отметим, что технологически переработка климатической техники практически не отличается от переработки холодильной. Сначала осуществляется ручной демонтаж двигателя (для холодильной техники, для других видов техники — разбор), затем происходит всасывание и разделение масла и хладагента. Надёжный и долговечный четырёхвальный измельчитель

обеспечивает максимальную производительность и уменьшение размера частиц материала до 30 мм, что позволяет в дальнейшем автоматически отделить металл. Как только материал проходит сквозь измельчитель, второй конвейер направляет его в дробилку, задача которой — дальнейшее уменьшение размера гранул материала до 12 мм и менее. Цветные металлы транспортируются к токовихревым сепараторам, которые отделяют медь от алюминия. Пластик направляется в отдельный сборник, пенополиуретан отделяется от пластика на циклоне и брикетируется, а все фреоны поглощаются в адсорбционном модуле.

**За рубежом существуют строгие требования к утилизации техники. Наиболее жёсткие требования введены в Японии. Там потребитель даже не задумывается о том, чтобы выкинуть кондиционер на помойку — настолько велики штрафы**

Отметим, что за рубежом существуют строгие требования к утилизации техники. Наиболее жёсткие требования введены в Японии. Там потребитель даже не задумывается о том, чтобы выкинуть кондиционер на помойку — велики штрафы. Вступивший в силу ещё в январе 2001 года закон обязывает жителей Японии затрачиваться на утилизацию крупногабаритной техники, причём транспортные расходы ложатся на плечи собственника техники. А заплатить придётся порядка $200 за утилизацию одного кондиционера! Кстати, в этой стране кондиционеры вообще не ремонтируются.

В России есть сервисные центры, но ремонт — дело затратное. Отметим, что утилизация кондиционера в нашей стране стоит намного меньше. Если говорить о промышленных системах кондиционирования, то в России более 50 % таких систем устанавливается в бюджетных организациях или в зданиях, построенных за государственный счёт. Причем российские бюджетники первыми столкнутся с необходимостью осуществлять утилизацию в соответствии с новыми требованиями закона, так как иначе снять с баланса технику невозможно.

И хотя понятно, что при сложившемся законодательстве правильная утилизация фреоносодержащей техники для производителей является затратной, мне хочется надеяться, что многие из них решат минимизировать имиджевые и бизнес-риски и выберут надёжного партнёра по утилизации.

# Об уточнении подхода к повышению энергоэффективности зданий и сооружений

Задача повышения энергоэффективности зданий и сооружений может быть отнесена к числу планетарных, и к её решению подключены многие тысячи, а, возможно, и миллионы специалистов во всём мире. Будем надеяться, что предлагаемый материал послужит активизации обмена мнениями между отечественными профессионалами в области энергоэффективности и появлению следующих материалов, посвященных столь важному вопросу.

**Автор:** С.И. БУРЦЕВ, д.т.н., профессор, компания «БЮРО ТЕХНИКИ»

Нельзя сказать, что об энергоэффективности не размышляли в СССР, но системно этот вопрос был поставлен Указом Президента РФ №889 в июне 2008 года [1]. Напомним, цель этого Указа, формулируя её не к экономике в целом, а в приложении к строительной отрасли, — к 2020 году необходимо снизить энергоёмкость новых и капитально ремонтируемых зданий и сооружений не менее чем на 40%, принимая за базовые решения нормативную практику 2007 года.

Из Указа напрямую следует, что проектируя сегодня, например, в 2016 году, новое здание, мы в первую очередь определяем его энергоёмкость в годовом эксплуатационном цикле, условно считая, что действуют нормы 2007 года. Определяем годовое потребление тепла системами отопления, системами вентиляции, системами ГВС, и определяем годовое потребление электроэнергии системами кондиционирования и системами искусственного освещения.

Возвращаясь в 2015 год, вводим в проект здания какие-либо улучшения. Например, повысим термическое сопротивление ограждений, в системах вентиляции применим рекуператоры теплоты, проконтролируем герметичность монтажа светопрозрачных ограждений, в системах ХВС и ГВС применим водоэффективную арматуру и душевые насадки, введём в проект энергоэффективные стекла или плёнки, применим современные осветительные приборы и т.д.

Введя эти и другие усовершенствования, ещё раз определяем энергоёмкость систем здания в годовом цикле. Получаем новые значения годовых расходов тепла и электроэнергии.

По разности расходов тепла и электроэнергии вариантов проекта 2007 и 2015 годов определяем достигаемое снижение энергоёмкости, а затем и энергоэффек-

**Из Указа №889 прямо следует, что проектируя сегодня, например, в 2016 году, новое здание, мы в первую очередь определяем его энергоёмкость в годовом эксплуатационном цикле, условно считая, что действуют нормы 2007 года**

тивность объекта. Расчёты покажут — исполнены или нет требования Указа Президента №889.

Казалось бы, всё достаточно понятно и логично: было обычное здание, в него ввели комплекс специальных улучшений, и оно стало энергоэффективным. Если глубина улучшений велика, то и энергоэффективность велика, например, 50 или 60 %, а может быть и 70 %, за которой находятся так называемые «пассивные здания». Если объём и глубина улучшений невелики, то и энергоэффективность будет небольшой — 15–20 %. Но, в любом случае, это всегда конкретное число, соотносимое с нормативным требованием Указа №889. Следуя такому подходу, в Великобритании уже 25 лет работает система BREEAM [2], а в США 17 лет работает система LEED [3].

В профессиональную проектно-строительную практику энергоэффективность вводится Постановлением Правительства РФ №87-ПП [5] уже как удельная величина расхода энергоресурсов (раздел 10(1), пункт а), то есть обратная энергоэффективности по №261-ФЗ. Свод Правил 50.13330.2012 [6] определяет, что показателем энергоэффективности служит нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии с размерностью Вт/(м$^3$·°С). Отметим, что входящий в размерность градус Цельсия [°С] даёт некую климатическую привязку объекта строительства.

Мы видим, что отказ от целей Указа №889 ведёт к умножению сущностей, которые затуманивают процесс достижения результата и, более того, делают результат недостижимым.

Российская проектно-строительная практика идёт иным путём и опирается на Федеральный закон №261-ФЗ [4], принятый в ноябре 2009 года, то есть через полтора года после вступления в силу Указа Президента №889.

Законодатель проигнорировал Указ №889 и дал ошибочное, на наш взгляд, определение понятию «энергоэффективность». Авторы №261-ФЗ утверждают, что энергоэффективность — это размерная характеристика, определяемая как отношение полезного эффекта к его энергетическим затратам (глава 1, статья 2, пункт 4).

Вместе с тем общеизвестно, что любая эффективность должна определяться как безразмерная величина, например, в экономике это отношение выручки к издержкам, в механике — полезная работа к затраченной и т.д.

**Указ №889 требовал снижения энергоёмкости на 40 % и предполагалось, что владельцы недвижимости — граждане и бюджеты, имеющие на своём содержании стадионы, ледовые арены, театры — получат при исполнении Указа как минимум 40 %-е снижение своих затрат на ресурсообеспечение зданий, а получают бумажный документ — энергопаспорт**

Работая с размерной величиной, необходимо определять площадь (или объём) здания, и здесь возможны варианты. Если это жилое здание, то брать ли его общую площадь или только площадь квартир, или жилую площадь квартир; включать ли площадь подземного паркинга, а коммерческие помещения на первом этаже следует исключать и т.д.?

Отдельный документ с названием «Форма для заполнения энергетического паспорта проекта здания», оформленный как справочное Приложение Д к СП 50.13330.2012 своими пунктами 2 и 5 разъясняет, что если разработчик считает паркинг производственным помещением, то при $t_п \leq 12$ °C энергопаспорт разрабатывать не нужно, а если коммерческие помещения имеют площадь более 20 % площади квартир, то для них создаётся свой энергопаспорт.

Так, шаг за шагом, цель — снижение энергоёмкости здания на 40 % и более — подменилась формальным энергопаспортом его проекта. Указ №889 требовал 40 %-го снижения энергоёмкости и предполагалось, что владельцы недвижимости — то есть граждане и бюджеты, имеющие на своём содержании стадионы, ледовые арены, театры — получат при исполнении Указа как минимум 40 %-е снижение своих затрат на ресурсообеспечение зданий, а получают бумажный документ — энергопаспорт.

На наш взгляд, в ходе разработки нормативных документов произошло выхолащивание идей Указа №889, а логика системы нормативов — Указ №889, №261-ФЗ, Постановление 87, Свод Правил 50.13330.2012 и приложение Д — содержит изъяны. Причём центральную ошибку содержит №261-ФЗ и заключается она в неверном определении понятия энергоэффективности.

Выход из ситуации видим в возвращении к Указу Президента №889, так как из него прямо следует, что энергоэффективность — это процентное снижение энергоёмкости нормативного здания (нормы 2007 года) после использования в нём комплекса специальных энергосберегающих решений. Из Указа со всей очевидностью следует, что должны быть созданы две энергетические модели: нормативного и энергоэффективного здания, описывающие энергетику своего годового эксплуатационного цикла.

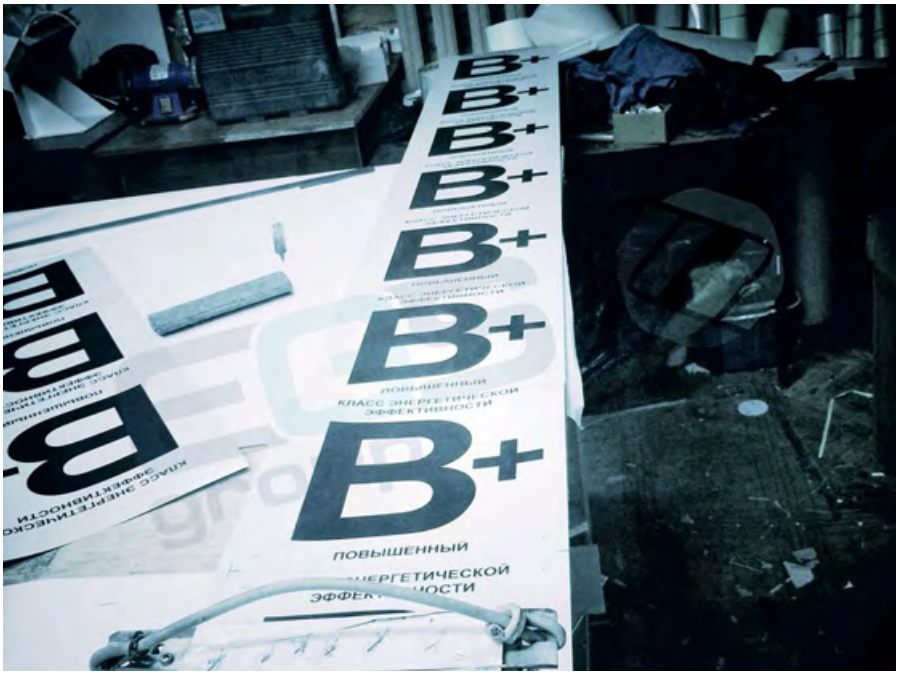
В техническом плане это реализуется с помощью специальных программных продуктов, которых в мировой практике насчитывается несколько десятков [7].

Опираясь на Указ №889 и опыт мировой практики, мы можем восстановить логику расчётов и дать обществу понятный и финансово осязаемый результат: достигнутая энергоэффективность здания, например, 30 % означает, что затраты на оплату его ресурсов снижены на 30 %.

В таком подходе появится и логика в определении классов энергоэффективных зданий — табл. 15 СП 50.13330.2012. Если в соответствии с Указом $E \geq 40$ %, то здание относится к классу А, если здание обычного нормативного исполнения, то $E = 0$. Отсюда логично назначить переход из класса в класс через интервал в 10 % энергоэффективности:

- класс А — $E \geq 40$ %;
- класс В — $E = 30–40$ %;
- класс С — $E = 20–30$ %;
- класс D — $E = 10–20$ %;
- класс Е — $E = 0–10$ %.

Такой подход применим к любым зданиям и сооружениям: стадионам и жилым домам, гипермаркетам и складам, театрам и музеям, ледовым дворцам, а также отелям.



## Выводы

**1.** Нельзя согласиться с тем, что цели Указа Президента РФ №889 оказались отвергнуты в ходе разработки документов для проектно-строительной практики.

**2.** Указ Президента РФ №889 является документом с большим потенциалом к развитию экономики и, в частности, развитию проектно-строительной практики страны. Его исполнение потребует от профессионалов определённых интеллектуальных усилий.

**3.** Профессиональное сообщество должно переосмыслить тему энергоэффективности объектов строительства и, вернувшись к Указу №889, откорректировать документы профессиональной практики, отказавшись от размерного характера энергоэффективности.

**4.** Рассматривая здание в двух вариантах его исполнения — обычном нормативном и энергоэффективном — энергопаспорт даёт представление о будущих финансовых затратах в эксплуатационном периоде, указывает пути возможного усовершенствования здания, позволяет контролировать службы эксплуатации.

**5.** Движение по Указу №889 позволяет проводить сопоставительный анализ качества зданий с различным функционалом расположенных в различных климатических районах.

**6.** Проектные коллективы, умеющие создавать энергоэффективные здания с сохранением обычного уровня инвестиционных затрат, приобретают конкурентные преимущества, а их работа становится полезна для общества и государства.

**7.** Необходимо разрабатывать и системно вести реестр рекомендаций, позволяющих повышать энергоэффективность и экологичность зданий. Заметим, что системы LEED и BREEAM содержат в себе около 80 рекомендаций, российская система GREEN ZOOM — около 50.

### СПРАВКА

**Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 года №889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики»**

В целях снижения к 2020 году энергоёмкости валового внутреннего продукта Российской Федерации не менее чем на 40 процентов по сравнению с 2007 годом, обеспечения рационального и экологически ответственного использования энергии и энергетических ресурсов постановляю:

**1.** Правительству Российской Федерации:

**а)** в 2008–2009 годах:

- принять меры по техническому регулированию, направленные на повышение энергетической и экологической эффективности таких отраслей экономики, как электроэнергетика, строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, транспорт;
- обеспечить переход к единым принципам выработки нормативов допустимого воздействия на окружающую среду;

**б)** до 1 октября 2008 г. подготовить и внести в Государственную Думу Федерального Собрания Российской Федерации проекты федеральных законов, предусматривающих экономические механизмы, стимулирующие хозяйствующих субъектов, применяющих энергосберегающие и экологически чистые технологии;

**в)** до 1 октября 2009 г. подготовить и внести в Государственную Думу Федерального Собрания Российской Федерации проекты федеральных законов, направленных на усиление ответственности хозяйствующих субъектов за несоблюдение нормативов допустимого воздействия на окружающую среду в целях стимулирования перехода на энергосберегающие и экологически чистые технологии;

**г)** при формировании тарифной политики и проектов федерального бюджета на 2009 год и на плановый период 2010 и 2011 годов, а также на последующие годы предусматривать бюджетные ассигнования, необходимые для поддержки и стимулирования реализации проектов использования возобновляемых источников энергии и экологически чистых производственных технологий;

**д)** учитывать в качестве критерия выделения бюджетам субъектов Российской Федерации отдельных видов субсидий из федерального бюджета применение на территории субъекта Российской Федерации энергосберегающих и экологически чистых производственных технологий;

**е)** рассмотреть вопрос о включении в федеральные государственные образовательные стандарты основного общего образования основ экологических знаний.

**2.** Настоящий Указ вступает в силу со дня его подписания.

*Президент Российской Федерации Д. А. Медведев*


1. Указ Президента РФ от 04.06.2008 №889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».
2. BRE Environmental Assessment Method (BREEAM). Интернет-ресурс: breeam.com.
3. Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) Интернет-ресурс: usgbc.org/leed.
4. Федеральный закон от 23.11.2009 №261-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».
5. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
6. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003.
7. Building Simulation Software: IES VE (iesve.com); Trane Trace 700 (trane.com); Carrier HAP (carrier.com); eQuest (doe2.com); TRNSYS (trnsys.com); DesignBuilder (designbuilder.co.uk); OpenStudio (openstudio.net); EnergyPlus (energyplus.net); EnergyPro (energysoft.com); и др. (building-energy-software-tools.com)

# Региональные операторы учёта коммунальных ресурсов

ГБУ Свердловской области «Институт энергосбережения» выступил на профильном комитете Государственной Думы с инициативой по созданию на региональном уровне единых операторов приборов учёта коммунальных ресурсов, установленных в государственных и муниципальных бюджетных учреждениях. Также предлагается ввести обязательное дистанционное снятие показаний и автоматизированную диспетчеризацию.

Сегодня серьёзной проблемой остаётся недостоверность данных, попадающих с установленных приборов учёта, в том числе в государственные информационные системы. Причиной этого является недостаток компетенций в государственных и муниципальных учреждениях для реализации возложенных на них функций по содержанию и обслуживанию приборов учёта.

Результат — искажённое понимание ситуации и необоснованность принятия решений на более высоких уровнях; затруднения в объективной оценке потенциала энергосбережения, снижение эффективности расходования инвестиций, в том числе государственных.

В Государственной Думе состоялось заседание секции Экспертного совета Комитета Государственной Думы ФС РФ по жилищной политике и жилищно-коммунальному хозяйству, на котором и была рассмотрена соответствующая инициатива Свердловской области.

Предложено, помимо наличия приборов учёта топливно-энергетических ресурсов и воды в государственных и муниципальных учреждениях, сделать обязательным законодательным требованием их автоматическую диспетчеризацию, а также создать единых региональных операторов таких приборов учёта. И возложить на них функции мониторинга, анализа и планирования потребления коммунальных ресурсов государственными и муниципальными учреждениями в сопоставимых условиях, предоставления соответствующей отчётности во все информационные системы.

**В Государственной Думе Российской Федерации состоялось заседание Экспертного совета Комитета Государственной Думы ФС РФ по жилищной политике и жилищно-коммунальному хозяйству, на котором и была рассмотрена соответствующая инициатива Свердловской области**

**На региональном уровне необходимо создать центры ответственности за приборный парк бюджетных учреждений на территории, а также и за достоверность показаний приборов учёта**

Сергей Банных, директор Государственного бюджетного учереждения Свердловской области «Институт энергосбережения»: *«Почти десятилетний опыт работы нашего института, сотни энергосберегающих проектов, аудитов, схемных разработок позволяют однозначно говорить — на региональном уровне необходимо создать центры ответственности за приборный парк бюджетных учреждений на территории, а также и за достоверность показаний приборов учёта, разработку топливно-энергетических балансов, реализацию энергосберегающих проектов, в том числе через привлечение частных инвесторов. Все технические возможности есть, необходима нормативная поддержка. Поэтому мы оформили соответствующую законодательную инициативу о внесении изменений в Федеральный закон №261-ФЗ. Мы располагаем разработками и практическим опытом, в первую очередь, это информационно-аналитический комплекс "Энергоатлас", чтобы не только уверенно выходить с подобной инициативой, но и быть готовыми взять на себя реализацию этого комплекса работ в Свердловской области».*

Фото ОАО «Газпром», www.gazprom.ru

# Тепловой режим помещений и энергосбережение на объектах транспортировки природного газа

В статье представлены результаты анализа выработки и потребления теплоты на объектах транспортировки газа. Выявлена взаимосвязь температурного режима помещений с особенностями технологических процессов и объёмно-планировочных решений промышленных площадок, а также с преимущественным использованием для теплоснабжения газоводяных утилизаторов теплоты выхлопных газов газотурбинных установок.

**Автор:** В.М. УЛЯШЕВА, профессор, Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ)

Статья подготовлена на основе материалов сборника докладов VI Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции» НИУ МГСУ.

Авторами была проведена оценка теплового потенциала различных источников вторичных энергоресурсов на компрессорной станции с целью разработки схем утилизации теплоты. При проведении исследований использованы современные численные методы исследований процессов тепло- и воздухообмена, основанные на уравнениях Навье-Стокса. Приведены принципы и схемы автоматизации систем обеспечения микроклимата.

Формирование микроклимата в помещениях с использованием энергоэффективных технологий является одним из актуальных направлений в строительной отрасли [1]. Современная тенденция удорожания энергоресурсов требует внедрения энергосберегающих инженерных решений в транспортировке газа, в частности, по направлению использования вторичных энергоресурсов [2, 3].

Для поддержания проектной пропускной способности через 120–150 км по трассе магистральных газопроводов сооружаются промышленные площадки, в состав которых входят линейные производственные управления с одним-двумя компрессорными станциями (КС), административные здания, объекты энерго-, тепло-, водоснабжения и обслуживания автотранспорта [3]. В качестве привода нагнетателей газа в северных районах страны применяется преимущественно газовые турбины, особенностью которых является низкий КПД (28–32%). Для утилизации теплоты отходящих газов на газоходах установлены газоводяные теплообменники.

Как показывают результаты натурных исследований состояния условий труда, выполненные при участии автора согласно требованиям [4, 5], порядка 20% рабочих мест отнесены к условно аттестованным из-за несоответствия параметров микроклимата нормируемым значениям [3]. При этом значительное количество таких рабочих мест связаны с нестабильностью теплового режима системы теплоснабжения от утилизационных теплообменников. Поиску энергосберегающих технологий, основанных на внутренних источниках вторичной теплоты, в том числе для систем обеспечения микроклимата, посвящён ряд работ, в частности [6–8].

**Современная тенденция удорожания энергоресурсов требует внедрения энергосберегающих инженерных решений в транспортировке газа, в частности, по направлению использования вторичных энергоресурсов**

Фото ОАО «Газпром», www.gazprom.ru

Преобразование вторичных энергоресурсов (ВЭР) в тепловую энергию позволяет удовлетворять не только теплофикационные нужды компрессорных станций (КС), но и внешнего потребителя. Теплота отходящих газов ГТУ может быть использована и на технологические нужды — для подогрева воды или генерации пара, подаваемых в проточную часть газовой турбины, что позволяет увеличить мощность газоперекачивающего агрегата (ГПА). Преобразование теплоты отходящих газов ГТУ в холод позволит снизить температуру циклового воздуха и тем самым увеличить мощность ГПА. Получаемый холод может быть использован и для охлаждения транспортируемого газа. Механическая энергия, выработанная за счёт утилизации теплоты ГТУ, способствует увеличению мощности ГПА и КПД установки в целом. Утилизация теплоты ГТУ для получения электроэнергии может обеспечить полностью или частично внутренние потребности КС в этом виде электроэнергии.

К числу потребителей теплоты на КС относятся компрессорные и ремонтные цехи, механические цехи, электростанция собственных нужд, административные и бытовые объекты, а также внешние потребители. Наличие вблизи КС сторонних потребителей (жилых посёлков, сельскохозяйственных потребителей и т.д.) позволяет увеличить долю утилизированной теплоты до 25 %.

Как было отмечено выше, относительно низкий КПД ГТУ обусловливает ежегодную потерю около 25–30 млрд м$^3$ природного газа с температурой продуктов сгорания и около 1 млн тонн оксидов азота и около 200 тыс. тонн оксидов углерода.

Несмотря на то, что теплоту отходящих газов наиболее просто утилизировать для теплофикационных нужд, это направление не позволяет использовать все ресурсы попутной теплоты КС. Внутренние нагрузки и внешние потребители не являются стабильными и энергоёмкими потребителями низкопотенциальной теплоты.

Использование вторичной теплоты КС для удовлетворения внешних потребителей теплоты, более стабильных и энергоёмких, позволяет отказаться от сооружения дополнительных котельных. Однако иногда компрессорные станции располагаются на значительном расстоянии (5–15 км) от наиболее стабильных потребителей, что делает необходимым обоснование предельного радиуса теплоснабжения, расстояния, при котором экономически выгодно транспортировать утилизируемую теплоту. Таким образом, из-за отсутствия стабильных и энергоёмких потребителей низкопотенциальной теплоты, утилизация теплоты отходящих газов ГТУ только для теплофикационных нужд не решает полностью проблему использования ресурсов попутной теплоты на КС магистрального газопровода.

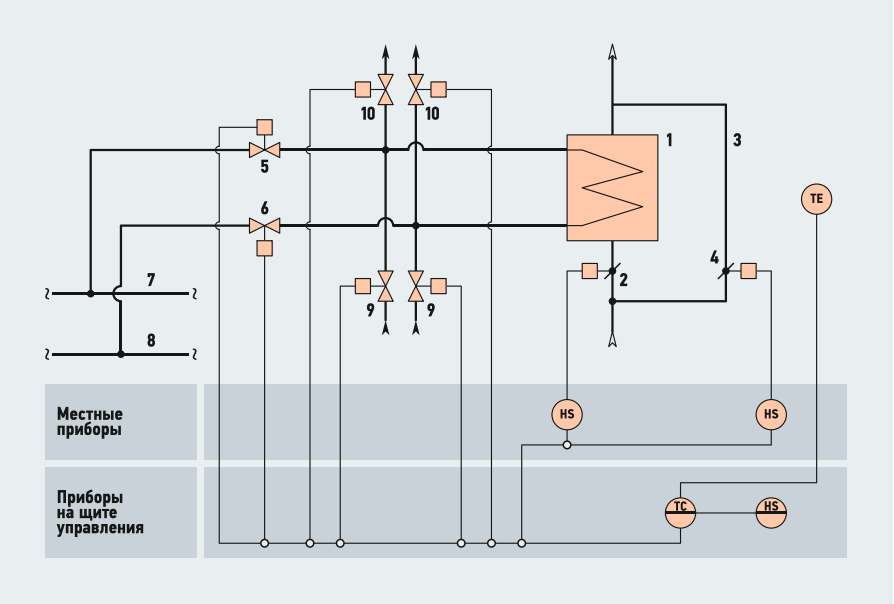



**Рис. 1. Принципиальная схема автоматического управления утилизацией теплоты выхлопных газов (1 — утилизатор; 2 — клапан утилизатора; 3 — байпас; 4 — клапан байпаса; 5 и 6 — клапаны отключения утилизатора; 7 — подающий теплопровод; 8 — обратный теплопровод; 9 — дренажные клапаны; 10 — воздушные клапаны)**

Кроме того, опыт эксплуатации систем водяного теплоснабжения показывает, что их работоспособность нарушается по многим причинам, в частности:

- из-за снижения теплопроизводительности утилизационных теплообменников вследствие образования накипи внутри труб при отсутствии или низком качестве химической водоподготовки;
- несоответствия характеристик теплогенерирующего оборудования расчётным характеристикам и, как следствие, недостаточности пропускной способности теплосети;
- из-за отсутствия высокоэффективных технологических схем слива воды из системы с высоким уровнем автоматизации при аварийных ситуациях;
- из-за длительной потери работоспособности и сложности повторного включения в работу при аварийных остановках источников теплоты.

Одним из путей обеспечения стабильной работы таких систем является внедрение системы автоматизации, принципиальная схема которой приведена на рис. 1.

Схема установки утилизации теплоты приведена на рис. 2.

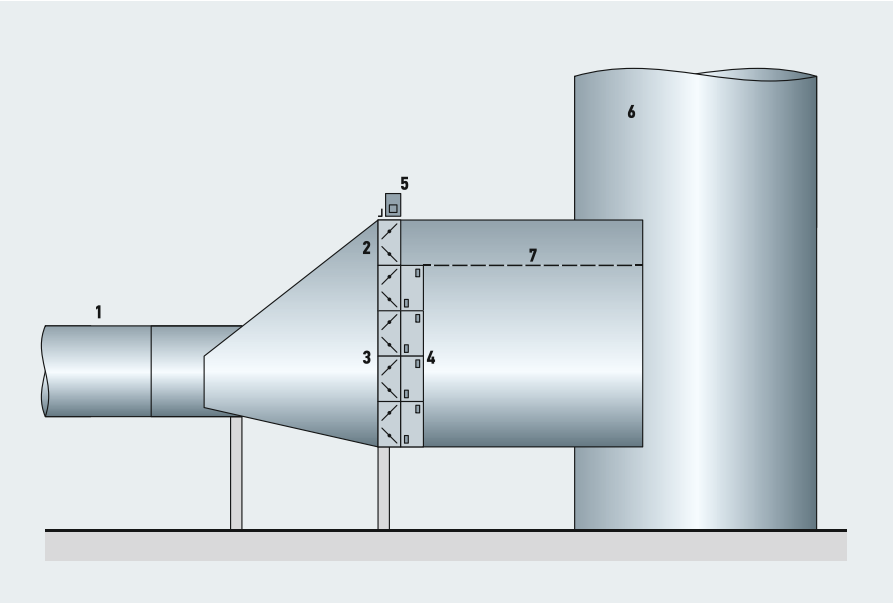



**Рис. 2. Система утилизации теплоты выхлопных газов ГТУ (1 — газоход; 2 — клапан обводного канала; 3 — клапан утилизаторов; 4 — утилизаторы; 5 — исполнительный механизм; 6 — выхлопная труба; 7 — перегородка)**

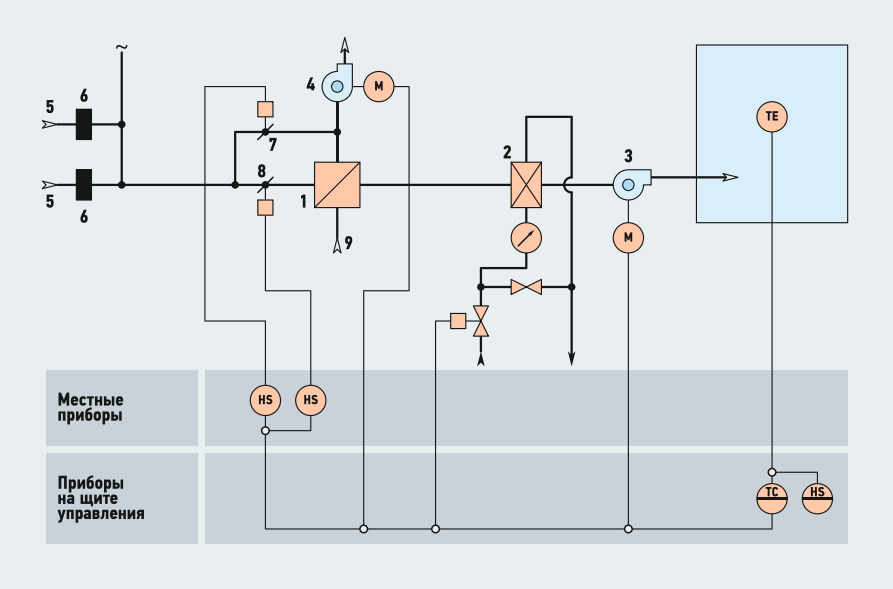



**Рис. 3. Принципиальная схема автоматизации для многомашинного зала** [**1** — утилизатор; **2** — воздухонагреватель; **3** — приточный вентилятор; **4** — вытяжной вентилятор; **5** — местные отсосы (вытяжные устройства); **6** — огнезадерживающий клапан; **7** — байпасный клапан; **8** — клапан утилизатора; **9** — забор наружного воздуха]

Утилизационный теплообменник также можно представить объектом регулирования, на вход которого поступает теплота выхлопных газов, а на выходе определяется текущее значение регулируемой величины — температуры теплоносителя. Для теплоснабжения внешних потребителей необходимо увязать температуру теплоносителя с внешними возмущающими воздействиями (температурой наружного воздуха, скоростью и направлением ветра), то есть построить отопительный график.

Регулирующий орган представляет собой блок заслонок, установленный перед теплообменными модулями и в байпасном канале. Эти заслонки осуществляют перераспределение потока выхлопных газов по следующему алгоритму: открываются теплообменные модули; прикрывается байпас — теплосъём увеличивается, температура теплоносителя на выходе из утилизатора растёт, то есть обеспечивается максимальный теплосъём полным открытием заслонок перед модулями и закрытием заслонок перед байпасом.

Уменьшение теплосъёма (понижение температуры теплоносителя) обеспечивается обратным вращением заслонок, то есть заслонки перед теплообменными модулями закрываются, а далее байпас открывается.

Системы автоматики для регулирования теплопроизводительности утилизационных теплообменников различных ГТУ отличаются количеством исполнительных элементов, установленных на блоках заслонок.

Например, в качестве регулятора применён «Регулятор температуры электронный ЭРТ-1», предназначенный для автоматического регулирования отпуска теплоты, формирующий пропорционально-интегральный закон регулирования и имеющий зону нечувствительности не более 0,5 °С. Выделив сигнал согласования, регулятор формирует на выходе импульсы, чередующиеся паузами. Длительность первого импульса (пропорциональная часть) зависит от величины ошибки, а интегрирование последующих импульсов даёт интегральную часть с постоянной времени регулятора 100–500 с.

**Уменьшение теплосъёма (понижение температуры теплоносителя) обеспечивается обратным вращением заслонок, то есть заслонки перед теплообменными модулями закрываются, а далее байпас открывается**

Система автоматического регулирования позволяет осуществить операции:

**1.** «Пуск» со щита автоматики или по сигналу выхода ГТУ на нормальный режим работы. Закроются задвижки на перемычке между прямым теплопроводом и дренажными трубами и задвижками между обратным теплопроводом и дренажными трубами: откроются воздушники; откроется дренаж; после сигнала датчика о наличии воды на выходе воздушника закроется воздушник и дренаж; приоткроются шиберы перед модулями теплообменника и через определённую выдержку времени автоматически начнёт регулироваться температура теплоносителя. Если ГТУ не находится в рабочем режиме, откроется задвижка на перемычке между прямым и рециркуляционным теплопроводами, задвижка на выходе из теплообменника закроется.

**2.** «Кратковременный останов» — со щита автоматики или по сигналу «аварийный останов» ГПА. При этом откроются шиберы перед байпасами дымовых газов; закроются шиберы перед модулями; откроется задвижка на перемычке между прямым и рециркуляционным теплопроводами; закроется задвижка на выходе из теплообменника.

**3.** «Нормальный останов» — со щита автоматики. При этом шиберы перед байпасом и теплообменниками установятся в исходное положение, с выдержкой времени закроются задвижки на входе и выходе теплообменника; откроются дренаж и воздушники; откроются задвижки между прямым и обратным теплопроводами и дренажными трубами. Произойдёт слив воды из теплообменника.

**4.** «Аварийный останов» — по сигналу со щита или любому аварийному сигналу, предусматривающий слив воды из теплообменника и его отключение.

Как уже отмечалось ранее, в системах утилизации теплоты выхлопных газов на компрессорных станциях практически не используется автоматическое управление процессом утилизации из-за отсутствия регулировочных характеристик клапанов управления процессом утилизации.

Были выполнены работы по построению регулировочных характеристик для клапанов в байпасном канале и канале теплообменников-утилизаторов. Оценка расходов газа выполнялась по относительным показателям расходов выхлопных газов через байпасный канал и через утилизаторы.

Для определения параметров выхлопных газов использован измерительный термоанемометрический комплекс testo 454. Измерения проводились при четырёх положениях угла наклона лопаток клапанов для двух- и трёхрядных теплообменников. Результаты исследований позволили получить регулировочные характеристики клапанов, предназначенные для практического применения.

Необходимо отметить, что нестабильность работы водяной системы утилизации теплоты отходящих газов приводит к существенному отличию параметров микроклимата во всех обслуживаемых помещениях.

Это побуждает анализировать возможность использования теплоты других источников, в частности, нагретых поверхностей оборудования. Это в сочетании с традиционными системами утилизации приведёт к снижению нагрузки на основные утилизационные системы и обеспечению стабильности параметров микроклимата в связи с простотой регулирования внутренних воздушных утилизационных систем. В первую очередь, наиболее простым способом, как показывает аналитический обзор в работе [9], является использование рециркуляции с учётом выполнения требований нормативных документов [1].

При участии автора предложены системы обдува нагретых поверхностей для обогрева нижней зоны помещения в холодный период года и сдува конвективных струй из рабочей зоны площадки обслуживания [9].

Количественные характеристики такого процесса получены на основе широко распространённого в настоящее время численного моделирования [10] системы дифференциальных уравнений неразрывности, Навье-Стокса, сохранения количества теплоты и примеси (влагосодержания воздуха).

На рис. 3 приведена схема автоматизации системы утилизации теплоты удаляемого воздуха из машинного зала с групповой установкой газотурбинных агрегатов.

В схеме предусмотрен воздухо-воздушный теплообменник для подогрева приточного воздуха для зала нагнетателей.

Фото ОАО «Газпром», www.gasprom.ru

Используется регулирование теплопроизводительности теплообменника за счёт изменения расхода горячего воздуха. Разработаны также схемы с использованием теплоты удаляемого воздуха из многомашинного зала для подогрева приточного для тамбур-шлюзов и непосредственно машинного зала, а также для индивидуальных укрытий ГПА. В схемах могут быть использованы любые рекуперативные теплообменники.

## Выводы

**1.** Изучение состояния условий труда на действующих компрессорных станциях магистральных газопроводов позволило выявить проблемы обеспечения нормируемых параметров микроклимата на рабочих местах и потенциальные источники вторичных энергоресурсов.

**2.** Разработаны основные положения рациональной организации воздухообмена и утилизации тепловой энергии при используемых в практике вариантах размещения агрегатов разной мощности в машинных залах компрессорных станций магистральных газопроводов, а также принципиальные схемы автоматизации их работы.

Фото ОАО «Газпром», www.gasprom.ru


1. СП 60.13330.2012. Актуал. ред. СНиП 41-01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. — М.: Минрегион России, 2013.
2. Будзуляк Б.В., Леонтьев Е.В., Бойко А.М. Концепции и программа реконструкции российских газопроводов // Газовая промышленность, №6/1993.
3. Позин Г.М., Уляшева В.М., Дубенков С.В., Ермоленко Н.М., Ермоленко М.Н. Использование вторичных энергоресурсов в системах отопления и вентиляции компрессорных станций // Сб. мат. II Межд. конф. «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции». — М.: МГСУ, 2007.
4. Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда: Прил. к приказу Минздравсоцразвития России от 26.04.2011 №342н. — М.: Минздрав, 2011.
5. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряжённости трудового процесса: Крит. Р 2.2.2006–05, утв. Минздравом 29.07.2005. — М.: Минздрав, 2000.
6. Lucien Y. Bronicki, Chairman. Organic Rankine Cycle Power Plant for Waste Heat Recovery // Ormat International Inc., 2014.
7. Ajax-based Booster Compression Stations for Associated Petroleum Gas. 2014.
8. Патент №2377427 RU. МПК F 6/18 / В.А. Богуслаев (UA), П.А. Горбачев (RU), П.И. Кононенко (RU), В.Г. Михайлуца (UA). Способ утилизации тепла выхлопных газов газотурбинных приводов газоперекачивающих агрегатов компрессорной станции и устройство для его осуществления.
9. Позин Г.М., Уляшева В.М. Распределение параметров воздуха в помещениях с источниками тепловыделений // Инженерно-строительный журнал, №6(32)/2012.
10. Уляшева В.М. К вопросу сходимости при численном моделировании тепло- и воздухообмена в вентилируемом помещении // Вестник гражданских инженеров, №1(36)/2013.

# «Зелёный» дайджест

Предлагаем вниманию читателей некоторые из материалов, опубликованных в российских и зарубежных СМИ в декабре 2015-го — январе 2016 годов и посвящённых «экологизации» окружающего нас мира.

## Преимущества строительства «пассивного» дома в Великобритании

Британский архитектор Колин Ушер, директор компании John McCall Architects, разработал для своей семьи энергосберегающий дом, снабжённый в числе всего прочего и солнечными панелями. В результате здание получилось настолько энергетически эффективным, что платить за электричество хозяевам приходится всего по $2 в месяц. Учитывается вся энергия, используемая для отопления, освещения, подогрева воды и готовки. В местной валюте это получается менее 15 фунтов в год. Следует учесть, что оборудованный солнечными панелями дом находится не где-нибудь в солнечной Калифорнии, а в городке Уэст Кирби в графстве Мерсисайд в Северо-Западной Англии.

Бетонные стены, тройные стекла в окнах, правильное расположение по отношению к сторонам света, динамическое отопление при помощи теплового насоса и солнечные панели на крыше позволяют дому эффективно сохранять полученное тепло и получать необходимую энергию из возобновляемых источников. В год дом потребляет 3453 кВт·ч, из них 3338 кВт·ч солнечной энергии.

Принципы, заложенные в схему подобного дома, известны в Европе как passivhouse — это немецкое слово обозначает «пассивный», в смысле «энергосберегающий» дом. Энергоэффективными считаются дома, требующие не более 10% от энергетических запросов обычного дома.

Снижение потребления энергии достигается в первую очередь за счёт уменьшения теплопотерь здания. Архитектурная концепция «пассивного» дома базируется на принципах: компактности, качественного и эффективного утепления, отсутствия мостиков холода в материалах и узлах примыканий, правильной геометрии здания, зонировании, ориентации по сторонам света. Из активных методов в «пассивном» доме обязательным является использование системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией.

В идеале «пассивный» дом должен быть независимой энергосистемой, вообще не требующей расходов на поддержание комфортной температуры. Отопление «пассивного» дома должно происходить благодаря теплу, выделяемому живущими в нём людьми и работающими установленными бытовыми приборами.

Строительство дома обошлось в сумму, эквивалентную $358000, что для Великобритании находится вполне в рамках разумного. Кроме того, в Объединённом Королевстве существуют правительственные программы дотирования владельцев частных домов, устанавливающих у себя солнечные панели.

Архитектор Колин Ушер, директор компании John McCall Architects

## Самые экологически безопасные университеты мира

Universitas Indonesia опубликовал ежегодный рейтинг самых «экологически безопасных» университетов мира — UI GreenMetric Ranking of World Universities 2015. Это первый и единственный рейтинг, который измеряет приверженность каждого участвующего университета в разработке «экологической» инфраструктуры. Цель рейтинга — привлечение внимания академической общественности к решению проблем экологии. Составители ранжировали 407 университетов из 65 стран, учитывая такие критерии, как общее отношение кампуса к природной среде, потребление энергии и воздействие на изменения климата, политика по сокращению использования бумаги и пластика в кампусе, рациональное использование водных ресурсов, использование транспорта на территории вуза — общественного, личных автомобилей или велосипедов, учебные курсы по экологической проблематике, исследовательские фонды, нацеленные на изучение экологической проблематики, число опубликованных научных работ по экологической проблематике и др.

В этом году в методологию измерения была добавлена оценка углеродного следа — количество парниковых газов, причиной которых стала деятельность организаций, действий по транспортировке продуктов, производства продуктов или деятельности человека.

Второй год подряд позицию лидера сохраняет британский университет University of Nottingham. С седьмой позиции на вторую поднялся американский вуз University of Connecticut. На третьем месте расположился University of California, Davis.

Вот первая десятка самых «зелёных» университетов мира:

1. University of Nottingham (Великобритания).
2. University of Connecticut (США).
3. University of California, Davis (США).
4. University College Cork (Ирландия).
5. University of Oxford (Великобритания) .
6. University of California, Berkeley (США).
7. University of North Carolina, Chapel Hill (США).
8. University of Bradford (Великобритания).
9. Universite de Sherbrooke (Канада).
10. Northeastern University (США).

Для участия в GreenMetric World University Ranking разработчики предлагают представителям вузов зарегистрироваться и предоставить необходимые данные о своём учебном заведении, заполнив форму онлайн-опроса на сайте рейтинга.

## Американский экспорт пеллет: лес вне опасности

В 2014 году американские производители пеллет из древесины отгрузили 3,6 млн тонн этого топлива в страны ЕС. Для изготовления этих пеллет лесопилки на юге США использовали 6 млн тонн древесной целлюлозы. Это менее чем 4% всей целлюлозы, которая добывается в регионе, и менее 2,5% от общего количества заготавливаемого леса. Несмотря на незначительные объёмы производства, производители пеллет попали под шквальный огонь критики со стороны «охранителей» окружающей среды — якобы производители пеллет уничтожают леса. Новейшие исследования, проведённые компетентными структурами, показали, что урон, который причиняет эта индустрия лесу на юге США, минимален.

При тщательном рассмотрении обнаруживается, что не только производство пеллет, но и вся деревообрабатывающая промышленность на юге страны не представляет угрозы деревьям. Так, с 2000 года, несмотря на вырубку леса для промышленных целей, прирост лесных массивов составил 85 млн тонн. В общем и целом за десять лет вырубок (при годовом объёме в 220–280 млн тонн) прирост запасов леса составил 15% или 972,8 млн тонн.

Только основываясь на фактах и тщательно проанализировав данные о ресурсах, возобновлении ресурсов и о темпах переработки, можно делать заявления по поводу того, какой вред наносит индустрия живой природе. В случае с пеллетами факты говорят сами за себя: опасности для американских лесов нет.

Единственный действенный путь измерить эффект от экспорта пеллет — сравнить объём леса, ежегодно используемый на их заготовку, с общим объёмом лесов на юге США. Вся американская деревообрабатывающая индустрия за 2014 год переработала 3,3% процента лесных массивов. Подавляющее большинство сырья потребила целлюлозная и бумажная промышленность, а также производители ОСБ-плит, которые перерабатывают 151,3 млн тонн балансовой древесины (1,99% всего леса в регионе). Производители пеллет использовали 6 млн тонн древесины (0,08% лесного хозяйства). По сравнению с другими производствами объём древесного волокна, идущий на экспорт в виде пеллет, незначителен. Однако в обществе и у законодательной власти сложилось ошибочное мнение насчёт этой индустрии — считается, что она с разрушительной активностью поглощает лесной ресурс юга США.

## В Крыму запущена первая в России «мусорная» электростанция

В Крыму заработала первая в России «мусорная» электростанция. Энергию там вырабатывают из газа, который выделяется при разложении мусора. Мощности одной такой установки хватит, чтобы обеспечить потребности нескольких крупных посёлков. Газовая труба, мотор грузовика и генератор — это несложное с виду устройство является первой в Крыму мусорной электростанцией, передаёт «ТВ Центр». Под слоем земли находится пятиметровый слой бытовых отходов. Газ, который выделяется при разложении мусора и обычно уходит просто в воздух, на этой свалке через специальные скважины поступает на установку, где и вырабатывается электричество. Экспериментальная установка уже обеспечивает светом весь полигон. Энергии нескольких таких аппаратов хватит на два-три небольших посёлка. Подобные установки могут решить одну из главных проблем полуострова — быстро, а главное безопасно рекультивировать действующие свалки. По подсчётам учёных, в Крыму накопилось больше 100 млн м$^2$ бытовых отходов. Этого хватит, например, чтобы покрыть метровым слоем мусора 14 тыс. футбольных полей.

*«Эта свалка по паспорту лежит на высоте 209 метров. А на самом деле занимает в два раза больше места, то есть то, что мы видим, — незаконно»,* — сообщил активист Дмитрий Тихонов.

Экологи предупреждают — этот мусор попадает в реки и море. Кроме того, уникальный воздух южного берега отравляет выделяющийся метан. Свалки угрожают не только уникальной экосистеме. Некоторые переполнены настолько, что вызывают оползни.

*«Каждый райцентр, каждый крупный посёлок, включая курортный, имеет свои свалки. Иногда двойным, тройным кольцом свалок окружены населённые пункты, где в оврагах, балках, разбросано всё и вся»,* — отметил председатель Академии Наук Республики Крым Виктор Тарасенко.

Из 30 полигонов на полуострове пока только три отвечают экологическим и техническим нормам. Власти Крыма уже готовятся к генеральной очистке территории — так называется программа по строительству семи крупных мусороперерабатывающих заводов.

*«Мы делаем систему, где будет понятно, куда девается мусор. Он будет утилизироваться и перерабатываться»,* — заявил министр ЖКХ Республики Крым Александр Жданов.

Новые полигоны и перерабатывающие заводы будут строить инвесторы. Заявки уже подали больше 70 компаний. Постепенно будут избавляться и от накопившихся незаконных свалок. Они должны быть рекультивированы и закрыты.

## Коста-Рика почти полностью перешла на «зелёную» энергию

Пока во многих странах напряжённо решают, как снизить зависимость от ископаемого топлива и замедлить темпы глобального потепления, некоторые государства уже далеко впереди планеты всей. Коста-Рика уже на 99% перешла на возобновляемые источники энергии, показав остальному миру, что при необходимости можно добиться стабильного энергоснабжения из альтернативных источников.

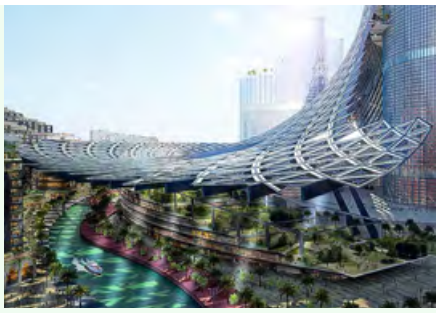
Густые костариканские джунгли и водопады превращают гидроэнергетику в один из самых доступных источников энергии в стране, но геотермальные станции тоже развиваются быстро, и власти планируют стимулировать оба направления индустрии. Ранее в этом месяце прозвучало заявление, что страна полностью обеспечена «зелёной» энергией 285 дней в году. Заявление звучит впечатляюще, однако Коста-Рика ставит перед собой задачу применять исключительно энергию возобновляемых источников 365 дней в году. Ветер, биотопливо и солнечная энергия также представляют собой конкурентно-способные источники энергии. Принимая во внимание углеводороды, которые широко применяются в секторе транспорта, в Коста-Рике надеются достигнуть полной независимости от углеродов к 2021 году. В экономическом ключе жителям республики эти перемены не должны повредить; только в течение прошло года цены на энергию упали на 12%, и ожидается дальнейшее снижение цен.

## Самый высокий. Самый энергонезависимый

В Ираке строители обращают свои взоры к небу. Архитектурное бюро AMBS обнародовало свои планы по строительству небоскрёба высотой 1152 м. Небоскрёб получит название The Bride («Невеста») и станет самым высоким зданием в мире. Небоскрёб построят в деловом районе Bridge of Gulf («Мост на Заливе») в городе Басра на юго-востоке Ирака. Это строительство даст мощный толчок и без того быстро развивающейся экономике иракского города.

Отметка в 1152 м оставляет позади, точнее, «внизу» самые высокие здания мира, например Бурдж Халифа в Дубае — его высота 830 м. Bride — это комплекс башен различной высоты, соединённых между собой. Центральную башню увенчает стеклянный купол или «чадра», которая создаст тень для зон общественного пользования внизу. Такая защита от солнца очень кстати в иракской Басре, где в летнее время дневная температура воздуха достигает 50 °C. Интенсивное солнечное излучение, обеспечит небоскрёбу Bride всю необходимую энергию.

Архитекторы AMBS позиционируют Bride как «первый в мире вертикальный город». Площадь этого колосса составит величину 5 088 280 м$^2$, в нём найдётся место для гостиниц, апартаментов, магазинов, парков и садов. *«Тысячи людей будут приятно проводить время в самых разных уголках, как в самом здании, так и под ним,* — говорят в AMBS. — *Можно будет прогуляться в огромных тенистых парках, расположенных у самой земли, сделать покупки или пообедать в нескольких сотнях метров над уровнем моря»*. У архитектурного бюро AMBS есть офисы в Лондоне и Багдаде; им принадлежит авторство проекта публичной библиотеки, недавно построенной в Ираке, которая стала первым зданием такого назначения, введённым в эксплуатацию после 1970-х годов.



**«Зелёная» энергия должна стать дешевле традиционной**

На сегодняшний день более 80% энергии в мире вырабатывается за счёт сжигания угля, нефти и газа. Тот факт, что выбросы $CO_2$ оказывают серьёзное влияние на климат, является общепризнанным. В тоже время пошлины на эти выбросы невысоки, а предприятиям всё ещё выгодно загрязнять воздух. Цена, которую все мы платим за своё бездействие, уже очевидна. По прогнозам Межправительственной группы экспертов по изменению климата при ООН, если выбросы останутся на существующем уровне, то не позднее 2040 года средняя температура на планете вырастет на 2 °C по сравнению с доиндустриальным периодом.

Если мы хотим снизить потребление энергии вырабатываемой путём сжигания ископаемого топлива и остановить глобальное потепление, мы должны обеспечить людям во всём мире доступ к независимым источникам возобновляемой энергии, стоимость которой будет ниже традиционной. Это глобальная, сложная, но выполнимая задача. Для решения этой задачи, кроме всего прочего, необходимо добиться снижения цен на возобновляемую энергию. Обеспечить снижение цен — дело промышленного сектора. Необходимо создать ситуацию, когда привычный способ выработки энергии за счёт сжигания ископаемого топлива станет слишком дорогим.

Нужно задействовать все потенциальные источники возобновляемой энергии для снижения темпов глобального потепления и создания глобальных экосистем, которые достанутся в наследство будущим поколениям, а также снизить зависимость от импорта энергоресурсов. Для Европы важно построить более независимую энергосистему, максимально используя собственные природные ресурсы — энергию ветра, солнца и гидроресурсы. Нефтяные ресурсы ЕС на 90% состоят из импорта, а газовые — на 75%. Общие затраты на ввозимое топливо составляют примерно $435 млрд ежегодно. Было бы разумно направить часть этих средств на развитие ВИЭ и создание новых рабочих мест в этом секторе экономики.

Ветряные установки, использующие энергию океанских ветров, — наиболее быстрорастущая отрасль «зелёной» энергетики. За последние 20 лет электроэнергией, вырабатываемой этими установками, были обеспечены 18 млн европейцев. К 2020 году ЕС планирует увеличить число потребителей «зелёной» энергии до 68 млн жителей Европы за счёт строительства прибрежных ветряных станций. Однако ветряная энергетика, так же, как и остальные ВИЭ, пока ещё находится в процессе развития. По большому счёту, стоимость этой энергии выше той, которую получают из нефти и газа. Если мы хотим дать «зелёной» энергетике возможность прийти на смену энергетике углеводородов и газа, нужно добиться снижения стоимости возобновляемой энергии.

Сейчас крупные поставщики «зелёной» энергии в Дании, Великобритании, Германии и США прилагают максимум усилий для достижения амбициозной цели — снизить стоимость энергии, вырабатываемой прибрежными ветряками и биоэнергетическими станциями, на 35–40% к 2020 году. Судя по всему, у них неплохие шансы добиться этой цели.

Однако сами по себе усилия энергетического сектора (который несёт ответственность за треть выбросов $CO_2$ в атмосферу) будут недостаточными. Необходимо глобальное соглашение по климату, в котором мировые лидеры примут общий курс и обозначат рамки сотрудничества в переходе на «зелёную» энергетику.

Когда чистая энергия станет дешевле традиционной, а пошлины на выбросы $CO_2$ будут соответствовать тому вреду, который они наносят планете, то можно будет говорить о полном переходе на энергию ветра и солнца в обозримом будущем.

II ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ РОССИЯ

www.rusenergoforum.ru

МОСКВА - ТВЕРЬ - МОСКВА

Уважаемые друзья, коллеги!

ПРИГЛАШАЕМ ВАС К УЧАСТИЮ ВО II ВСЕРОССИЙСКОМ ФОРУМЕ «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ РОССИЯ»!

Официальный сайт II Всероссийского Форума «Энергоэффективная Россия»:

www.rusenergoforum.ru

**Организатор:**
Национальное объединение организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (НОЭ)
При участии: НОСТРОЙ, НОПРИЗ

**Генеральный информационный партнер:**
Журнал С.О.К. (Сантехника. Отопление. Кондиционирование. Энергосбережение)

**Официальная поддержка:**
Государственная Дума Федерального собрания Российской Федерации
Министерство энергетики Российской Федерации
Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации

## Цены на энергию в США резко упали в 2015 году

В прошлом году на основных торговых площадках США оптовые цены на энергию рухнули в среднем на 27–37 % по сравнению с 2014 годом. Такие данные приводит Администрация энергетической информации (EIA). Агентство сообщило, что удешевление в основном вызвано падением цены на природный газ. Спотовые цены на газ в 2015 году в среднем составляли $2,61 за миллион BTU (293 кВт) — это самая низкая цена с 1999 года. Низкие цены и высокие темпы производства привели к высокому уровню потребления газа — за счёт сжигание этого ресурса в период с апреля по октябрь было выработано больше энергии, чем за счёт сжигания угля. Уголь по-прежнему является наиболее распространённым видом ископаемого топлива, который используют для выработки энергии, однако, поскольку цены на газ достигли рекордно низкой отметки, оптовая цена на электроэнергию во многом зависит от газа.

По данным EIA, самые высокие среднемесячные оптовые цены на электроэнергию сейчас на северо-западе США. Самые низкие — в центральной Колумбии и на тихоокеанском северо-западе, где гидроэлектростанции вырабатывают дешёвую электроэнергию в большом количестве. Агентство подчёркивает, что, несмотря на низкий уровень вод и снежного покрова в 2015 году, цены на электричество в этом округе были низкими по сравнению со средними значениями наблюдавшимися в течение многих лет. В 2013 и 2014 годах пиковые оптовые цены на торговых площадках были спровоцированы увеличением спотовых цен на газ и высокой потребностью в энергии, возникшей в результате полярных вихрей, наблюдавшихся в начале 2014 года.

В среднем в 2015 году комбинированные газовые станции работали на мощности, превышающей на 5–11 % помесячные показатели двух предыдущих лет. АЭС также показали наивысшие показатели с 2010 года, вместе с тем снизился уровень сбоев в подаче электроэнергии на атомных станциях. В августе 2015 года, по данным EIA, количество сбоев было близко к нулю.

Из октябрьского отчёта видно, что на долю гидроэлектростанций приходится примерно 6 % общей выработки по Соединённым Штатам Америки, несмотря на низкий уровень вод и снежного покрова. Генерация за счёт ветра и солнца тем временем составляет в стране пока 4 % от общей мощности.

0+

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

3rd INTERNATIONAL EXHIBITION
for domestic and industrial heating, water supply, engineering
and plumbing systems, ventilation, air-conditioning
and equipment for pools, saunas and spas

aqua THERM

ST. PETERSBURG

20–22 апреля / April 2016
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ» / CEC EXPOFORUM
Санкт-Петербург / St. Petersburg, Russia

Получите электронный билет / Get your e-ticket
www.aquatherm-spb.com

Reed Elsevier LLC • Advertising

Организаторы: / Organised by:
Reed Exhibitions®
primexpo
ITE
Создатель / Developed by:
Reed Exhibitions® Messe Wien

Специальные разделы / Specialised sections:
World of Water & Spa
Climate Control Equipment

Специальный проект / Special project
new energy

Москва ВДНХ павильон 75

# ЭКВАТЭК
## ВОДА: ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ
# ECWATECH 2016

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОДНЫЙ ФОРУМ

**26–28 апреля 2016**

GRUNDFOS стенд B1
генеральный партнер форума

**ЭКВАТЭК**
Международная выставка
«Вода: экология и технология»
**www.ecwatech.ru**

**СитиПайп**
Международная выставка
«Трубопроводные системы коммунальной инфраструктуры»
**www.citypipe.ru**

**NO-DIG Москва**
Международная выставка по бестраншейным технологиям
**www.nodig-moscow.ru**

**БЕСПЛАТНОЕ ПОСЕЩЕНИЕ ВЫСТАВКИ**

**УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКЕ СО СТЕНДОМ**

**МЕРОПРИЯТИЯ ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЫ**

**В деловой программе конференции**
**«Очистка сточных вод поселений и промышленных предприятий: наилучшие доступные технологии (НДТ) и опыт их применения»**
**«Наиболее эффективные технологии водоснабжения и водоотведения»**
**«Совершенствование систем водопользования промышленных предприятий»**
**и еще более 10 мероприятий**

**www.ecwatech.ru**

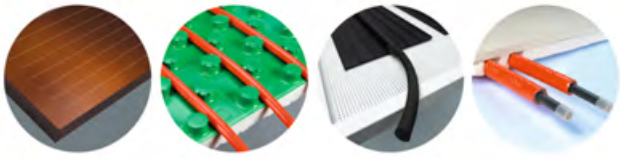
ПРОПУСТИТЬ НЕЛЬЗЯ

# НАПОЛЬНОЕ ОТОПЛЕНИЕ GIACOMINI

## КОМФОРТ
## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
## ДОСТУПНОСТЬ И ПРОСТОТА
## КАЧЕСТВО И ГАРАНТИЯ

Напольные панели.

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

HENCO

MADE IN BELGIUM

www.henco.be

# Металлопластиковая труба HENCO RIXc

**20 лет В РОССИИ**

ОТОПЛЕНИЕ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

ТЕПЛЫЙ ПОЛ

## HENCO RIXc ПОМОЖЕТ В КРИЗИС

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

## ПРЕИМУЩЕСТВА HENCO RIXc:

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

www.henco.be

AALBERTS INDUSTRIES

На правах рекламы.