

# FRÄNKISCHE

ВНУТРЕННИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ



**alpex-duo®** — современная система металлопластиковых труб и фитингов для отопления и водоснабжения из Германии

Ее отличает:

- высокое качество многослойных труб PEX/AL/PEX с 1994 года
- надежность смонтированной системы благодаря фитингам из полифенилсульфона (PPSU) и латуни
- уникальная гибкость системы, достигаемая опрессовкой фитингов при помощи инструмента с различными пресс-профилями (F, TH и B)
- **гарантия на систему — 10 лет**



ООО «ФРЭНКИШЕ РУС»

Россия, 125167, Москва, 4-я улица 8-го Марта, д. 6а, бизнес-центр «Аэропорт»  
Тел. +7 (495) 649 10 33, факс: +7 (495) 649 10 33, доб. 3034  
E-mail: info@fraenkische-ru.com, интернет: www.fraenkische.com

На правах рекламы.



**24**  
Трубопроводные системы из меди и полипропилена



**40**  
Электрические однофазные проточные водонагреватели



**62**  
Дымоходы для систем отопления

[www.biasi.su](http://www.biasi.su)



На правах рекламы.

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Настенные и напольные газовые котлы, конденсационные котлы, системы солнечного отопления, промышленные котлы, радиаторы, инновационные системы отопления.

**Представительство Biasi в РФ**  
Москва, ул. Верейская, 17, оф. 306  
E-mail: [info@biasi.su](mailto:info@biasi.su)

Тел. +7 (495) 988 92 84  
Факс: +7 (495) 988 92 85

 **BIASI**  
COMFORT GENERATION

# KÖNNER

## НАДЕЖНОЕ ТЕПЛО

**Радиаторы отопления:  
чугунные  
алюминиевые  
биметаллические**



Москва (495) 510-27-70  
Петербург (812) 326-10-90  
Ростов-на-Дону (863) 206-13-70  
[www.radiators.taipit.ru](http://www.radiators.taipit.ru)

Новосибирск (383) 325-04-25  
Екатеринбург (343) 218-54-74  
Самара (846) 979-86-18



# BOSCH

Разработано для жизни



Реклама



настенные  
газовые котлы



газовые  
колонки



электрические  
водонагреватели

## Отопительное и водонагревательное оборудование

**ГИДРОСФЕРА®**  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

оптовые продажи  
Москва: (495) 795 31 81  
Санкт-Петербург: (812) 224 09 03  
[www.hydrosfera.ru](http://www.hydrosfera.ru)

**БАУТЕРМ**  
МАГАЗИНЫ ОТОПЛЕНИЯ

розничные продажи  
Москва: (495) 665 55 55  
Санкт-Петербург: (812) 635 67 17  
[www.bautherm.ru](http://www.bautherm.ru)



## «Мир Климата'2009» и «Mattex'2009» 16 как контраргумент кризису

Количественный и качественный состав прошедших в Москве двух тематических отраслевых выставок — Пятой Международной специализированной климатической выставки «Мир Климата'2009» и Первой Международной выставки «Mattex'2009 — Вода и тепло в вашем доме» — стал отличным контраргументом всем разговорам о кризисе в отрасли сантехники, отопления и климатического оборудования.

### НОВОСТИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ 4

### КРИЗИС И БИЗНЕС 12

[Маркетинг в трудные времена, или 7 способов избежать спада продаж](#)

### ВЫСТАВКИ 16

[«Мир климата'2009» и «Mattex'2009» как контраргумент кризису](#)

### САНТЕХНИКА 24

[Трубопроводные системы из меди и полипропилена: два вектора в развитии инженерных систем](#)

[Система наружной канализации Magnasog от «Сантехкомплект»](#)

[К использованию остаточной прочности ветхих трубопроводов при бестраншейной реконструкции синтетическими оболочками](#)

### ОТОПЛЕНИЕ 33

[Напольные котлы Protherm](#)

[Газовые накопительные водонагреватели с открытой камерой сгорания](#)

[Электрические однофазные проточники в городских условиях](#)

[Пример гидравлического расчета горизонтальной однотрубной системы отопления с применением радиаторных узлов «Герц-3000»](#)



## Трубопроводные системы из меди 24 и полипропилена: два вектора в развитии инженерных систем

Почему в качестве объекта обсуждения в данной статье выбраны именно эти материалы? Чем та же медь так сильно отличается от стали, а полипропилен от полиэтилена, что выбор пал именно на них? Ответ на этот вопрос поможет верно понять основной смысл статьи.

[Тепловые насосы для водяных систем отопления и горячего водоснабжения](#)

[Тепловой насос: используем энергию земли](#)

[Дымоходы для систем отопления](#)

[Оценка возможности применения электроэнергии для целей теплоснабжения](#)

[Смоленская теплосеть: от небаланса к приборному учету](#)

[Повышение эффективности утилизации вторичных энергоресурсов инженерными системами промышленных предприятий](#)

### КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ 78

[Устойчивость работы кондиционера в условиях высоких и низких температур наружного воздуха](#)

[Экономический анализ процессов увлажнения. Оценка эксплуатационных расходов](#)

[Микроклимат офисных помещений](#)

### ЧЕТВЕРТАЯ РУБРИКА 88

[Самоорганизация, нанотехнологии и энергия окружающей среды](#)

[Эффективный полив газонов](#)



## Газовые накопительные 34 водонагреватели с открытой камерой сгорания

Емкостные газовые водонагреватели пользуются в России меньшей популярностью, чем проточные. И совершенно напрасно. Комфорт, обеспечиваемый накопительными водонагревателями, дает этим приборам возможность при определенных условиях успешно конкурировать с газовыми колонками

### 50

### 59

### 62

### 66

### 72

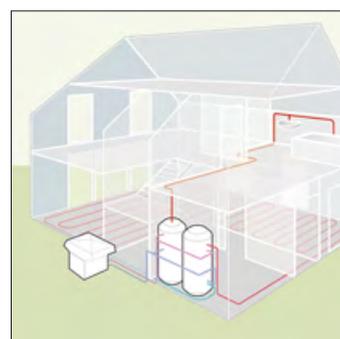
### 74

### 80

### 84

### 88

### 92



## Тепловые насосы для 50 водяных систем отопления и горячего водоснабжения

Современный рост цен на энергоносители подтолкнул многих мировых производителей включить в свой ассортимент несколько видов тепловых насосов. Экономическая выгода от этих приборов очевидна: они позволяют сократить затраты на отопление здания, нагрев воды и кондиционирование в 3–6 раз.

## Дымоходы 62 для систем отопления

На протяжении последних пяти лет произошли существенные изменения в соотношении продаж нержавеющей и керамических дымоходных систем. В абсолютные лидеры вышли дымоходы с керамической вставкой. В некоторых областях, таких как твердотопливные теплогенераторы и котлы для многоквартирного отопления с закрытой камерой сгорания, дымоходы с керамической вставкой полностью вытеснили традиционные нержавеющие дымоходы.



«С.О.К.» №4/88 2009 г.

Тираж: 15 000 экз.  
Цена свободная

«С.О.К.» — зарегистрированный торговый знак  
Ежемесячный специализированный журнал

Учредитель и издатель: ООО «Издательский Дом «Медиа Технологии»  
Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ №77-9827 от 17 сентября 2001 г.

Адрес редакции: Москва: 119991, ул. Бардина, д. 6  
Тел.: +7 (499) 135-9857 / 9982 / 7828 / 9922 / 9830 / 9968  
Факс (499) 135-9982, e-mail: media@mediatechnology.ru  
Представитель в Санкт-Петербурге:  
Тел. (812) 716-6601, факс (812) 571-5801  
E-mail: cok-spb@wrd.ru



Отпечатано в типографии  
«Немецкая Фабрика Печати», Россия

**Директор**  
Смирнов Владимир  
**Главный редактор**  
Павловский Дмитрий  
**Отдел рекламы**  
Козлов Евгений  
Строганов Сергей

**Дизайн и верстка**  
Головки Роман

**Админ. электронной версии журнала**  
Алмаев Ренат  
**Распространение и подписка**  
Герасименко Дарья  
Петров Валерий  
**Представитель в Санкт-Петербурге**  
Утина Людмила

Электронная версия журнала  
[www.c-o-k.ru](http://www.c-o-k.ru)

Дискуссии профессионалов  
[www.forum.c-o-k.ru](http://www.forum.c-o-k.ru)

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

## ■ GRUNDFOS

### Во Франкфурте назван самый высококачественный насос



В рамках крупнейшей европейской выставки ISH'2009 определены победители престижной премии в области дизайна Design Plus Award. Победа присуждалась товарам, которые успешно совмещают функциональные возможности, высокое качество, энергоэффективность и экологичность. Самым высококачественным насосом 2009 г. признан насос Grundfos серии Magna 32-60 N с проточной частью из нержавеющей стали.

Он предназначен для горячего водоснабжения частных и многоэтажных домов, а также для систем «теплый пол». Оборудование относится к самому высокому классу энергосбережения «А» по европейской классификации. Кроме того, Magna обладает возможностью диспетчеризации и легко встраивается в систему «умный» дом. Функция AUTOadart помогает подстроить рабочие характеристики насоса под изменяющиеся параметры системы и позволяет оптимизировать потребление электроэнергии.

Design Plus Award — престижная премия в области промышленного дизайна, учрежденная крупнейшей выставочной компанией Messe Frankfurt совместно с German Design Council (Rat für Formgebung). В конкурсе приняли участие около 111 компаний, представивших 252 продукта в категориях «Санитарное оборудование», «Строительные технологии» и «Энергоэффективные технологии». И только 30 из них удостоились престижной премии Design Plus Award.



## ■ BOSCH Thermotechnik

### Укрепление позиций

Bosch Thermotechnik укрепила на европейском рынке свои позиции крупнейшего производителя отопительной техники, купив ведущего немецкого производителя мощных котлов — компанию Loos, а также ее иностранные дочерние компании и активы. Соответствующий договор был подписан от 7 апреля 2009 г. в Штутгарте. Сделка была разрешена антимонопольным ведомством, а ее сумма не разглашается.

«Это приобретение делает Бош ключевым производителем мощных и промышленных котлов в Европе, — говорит г-н Уве Флок, председатель правления Bosch Thermotechnik. — Комбинация нашей всемирной сбытовой сети с программой котлов и ноу-хау Loos позволит нам увеличить долю рынка и открыть для нас новые рынки».

Loos производит паровые и водогрейные котлы в диапазоне от 0,5 до 38 МВт. Основанное в 1865 г. предприятие расположено в городе Gunzenhausen.

Сотрудничество между предприятиями имеет многолетнюю историю. Свыше 10 лет Loos является OEM-поставщиком мощных и промышленных котлов для Bosch Thermotechnik.



# BOSCH

Напомним, что в 2003 г. «Роберт Бош» приобрел концерн Buderus и стал самым крупным в Европе производителем отопительного оборудования, а в 2004 г. была образована BBT Thermotechnik GmbH (Bosch Buderus Thermotechnik), объединяющая все структуры группы, занимающиеся производством отопительной техники под торговыми марками Buderus, Bosch Thermotechnik, Junkers, Dakon, Geminox.

### Bosch подвела итоги 2008 г.

Компания Bosch подвела итоги работы в России, Украине, Беларуси и Казахстане за 2008 финансовый год. Консолидированный оборот в этих странах увеличился на 24% и достиг 846 млн евро. Объем оборота, включая показатели неконсолидированных подразделений компании, составил в финансовом выражении 913 млн евро. Консолидированный оборот в России в 2008 г. составил 708 млн евро, что на 16% больше, чем в прошлом году (неконсолидированный оборот достиг 753 млн евро).

Одним из самых успешных подразделений Bosch в 2008 г. в России, Украине, Беларуси

и Казахстане стала компания «Buderus отопительная техника». Ее объем продаж увеличился на 48%. Кроме того, «Buderus отопительная техника» анонсировала в 2008 г. широкий ряд новинок, среди которых конденсационные и обычные котлы, солнечные системы и др. Также компания существенно расширила географию своего присутствия и открыла представительства в Иркутске, Ижевске, Перми, Омске, Саратове, Сочи, Смоленске и Ставрополе.

В 2009 г. «Buderus отопительная техника» планирует вывести на рынок новые тепловые насосы, кондиционеры, конденсационные котлы и другое оборудование, а также повысить свои рейтинги за счет увеличения доли рынка.

## ■ FONDITAL

### Solar S3: 17% экономии



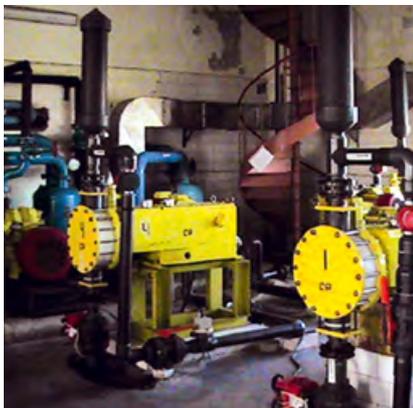
Итальянский концерн Fondital представляет новые радиаторы Solar S3. Главное отличие этих моделей в том, что теперь боковых «лепестков» стало три (в предыдущих моделях их было четыре). Разумеется, такой ход повлек уменьшение теплоотдачи приборов на 16,5 Вт, что соответствует примерно 8,5%. Однако цена новинок упала вовсе не на 8,5, а на все 17%.

Отметим, что радиаторы Solar S3 имеют особую конструкцию, в частности утолщенные стенки вертикального канала и горизонтальных коллекторов. Такое решение в сочетании с высококачественным алюминиевым сплавом и специальной технологией отливки под давлением обеспечивает надежную работу радиаторов Solar долгие годы. Максимальное рабочее давление — 16 бар, при этом давление разрыва — 60 бар. Подтверждением высокого качества оборудования является 10-летняя гарантия завода-изготовителя.

Радиаторы Solar характеризуются высокой теплоотдачей при сравнительно низких энергозатратах и невысокой тепловой инертностью. Эти качества делают Solar идеальными для систем, предусматривающих термостатических клапанов.

## ■ Компания АДЛ

### Качественное решение вопросов водоочистки для российских водоканалов



Правильно подготовленная питьевая вода — основа здоровья населения. Именно поэтому важно максимально оптимизировать и автоматизировать процесс подачи реагентов, применяемых для очистки воды. Решения, применяемые для этих целей, должны служить долго и отвечать высоким стандартам качества и надежности.

В качестве примера успешно реализованной схемы подобного типа можно привести 10-летний опыт эксплуатации дозирочных насосов Milton Roy (французский производитель, давний партнер Компании АДЛ) на Западных, Восточных, Северных и Южных очистных сооружениях Мосводоканала на таком ответственном участке, как очистка водопроводной воды.

В частности, насосы серии Milroyal C, Milroyal B задействованы на этапе коагуляции и осуществляют дозирование сернокислого алюминия для последующего роста и осаждения растворенных в воде вредных коллоидных частиц.

Нужно учитывать, что подача коагулянтов производится в строго заданных пропорциях. С этой задачей отлично справляются вышеназванные серии насосов, точность дозирования которых составляет до 1%.

На этапе дозирования аммиачной воды применяются дозирочные насосы серии GM: здесь достигается устранение запаха хлора. Следует отметить, что хлорирование с аммонизацией предотвращает развитие бактериальной жизни внутри водопроводной сети, в частности железобактерий, вызывающих зарастание труб. Соотношение хлора и аммиака зависит от качества исходной воды, оптимальная доза, обеспечивающая необходимое образование монохлораминов, рассчитывается в специальных лабораториях. А используемые дозаторы Milton Roy обеспечивают точную подачу.

Это лишь небольшая область применений дозирочных насосов — Компания АДЛ представляет различные решения и имеет опыт реализации и других проектов. Подчеркнем также, что Компанией АДЛ осуществляется сервис и поставка запасных частей к данному оборудованию.

Компания АДЛ

Разработка, производство и поставка промышленного оборудования

Тел. +7 (495) 937-89-68

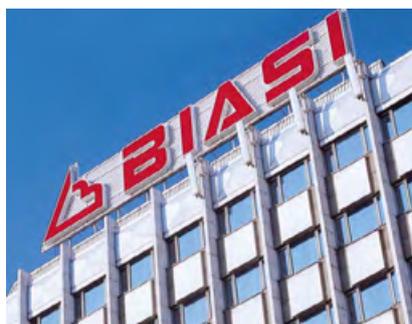
Факс: +7 (495) 933-85-01, 933-85-02

E-mail: info@adl.ru, интернет: www.adl.ru

интернет-магазин: www.valve.ru

## ■ BIASI

### Открылось официальное представительство Biasi S.p.A. в России



С февраля 2009 г. начало работу официальное представительство Biasi S.p.A. в России. Группа компаний Biasi — крупнейший производитель отопительного оборудования в Европе. Головной офис компании находится в Вероне (Италия), где расположены самые важные заводы по производству отопительной техники.

Ассортимент продукции Biasi включает: газовые настенные котлы 24–32 кВт; газовые напольные котлы с атмосферной горелкой 18–185 кВт; газовые напольные котлы с вентиляционной горелкой 20–172 кВт; конденсационные котлы 24–32 кВт; котлы на твердом топливе 25, 32 кВт; стальные котлы промышленной серии 105–5800 кВт; бойлеры косвенного нагрева 150–1000 л; алюминиевые, стальные, биметаллические и чугунные радиаторы; декоративные каменные радиаторы и конвекторы; полотенцесушители; системы солнечного отопления.

Основные направления работы российского представительства Biasi: продвижение торговой марки Biasi; развитие дилерской сети и сервисных центров; сертификация оборудования; маркетинговая, рекламная и техническая поддержка; проведение технических семинаров и тренингов; консультации по техническим вопросам.

## ■ «Бритиш газ» зарабатывает на применении «Гидрофлоу»



Компания «Бритиш Газ» (British Gas), ведущий оператор розничного рынка газа в Великобритании, закупила более 40 тыс. противонакипных устройств «Гидрофлоу HS-38». Газовый монополист с 1992 г. за свой счет начал устанавливать их в домах англичан. Зачем это понадобилось газовому гиганту? «Бритиш Газ» заключает с домовладельцами договора на техническое обслуживание газовых котлов с ежемесячной абонентской платой. В местностях с очень жесткой водой выезд специалистов по очистке бойлеров требовался каждые полтора-два месяца. В большинстве случаев, после установки противонакипного устройства «Гидрофлоу» необходимость проведения очистных работ снижается с шести-восьми до одной в год.

Именно умение считать свои деньги заставило «Бритиш Газ» найти эффективную систему для борьбы с накипью и отложениями в трубах и теплообменниках котлов. После собственного исследования различных устройств выбор пал на передовую британскую разработку — систему «Гидрофлоу» модели HS-38, работающую по принципу электромагнитного резонанса, создающего в трубах эффект «стоячей волны». Он не позволяет кристаллам солей оседать на стенки труб и постепенно удаляет старые отложения.

В «Бритиш Газ» подсчитали — система «Гидрофлоу» существенно снижает затраты на техническое обслуживание котлов, она окупает себя менее чем за год и затем начинает приносить компании чистую прибыль (которая формируется за счет абонентской платы домовладельцев). Довольны и газовщики и потребители — встречи с «трубочистами» стали редки, а вот котлы теперь служат дольше. И, кстати, греют лучше при меньшем расходе газа. С 2004 г. «Гидрофлоу» успешно продается в России. И модель HS-38 надежно защищает системы горячего водоснабжения в домах тысяч бережливых россиян.

ООО «Гидрофлоу»

Тел. (495) 223-35-93

www.hs38.ru, www.h-flow.ru

## ■ Компания АДЛ

### Компания АДЛ пополнила линейку промышленной трубопроводной арматуры



Компания АДЛ пополнила линейку промышленной трубопроводной арматуры газовыми заслонками Orbinox (Испания), расширив сотрудничество с давним испанским партнером. Данное оборудование представляет собой клапаны для установки на трубопроводы, транспортирующие различные газы с низким рабочим давлением (максимум 0,85 бар) и высокими температурами (до 800 °С). Выполняют одну из следующих функций: регулировка потока газа или воздуха, перенаправление потока в другую трубопроводную систему или изоляция какого-либо участка трубопроводной системы для осмотра и ремонта. Линейка заслонок представлена большим разнообразием типов: поворотные, газораспределительные, шибберные, многостворчатые и листовые — для широкого круга задач на ТЭЦ, ГЭС, системах фильтрации и водоподготовки, цементных, сталелитейных, мусоросжигательных, целлюлозно-бумажных, химических и нефтеперерабатывающих заводах.

## ■ «ЛЕМАКС»

### «Лемакс» открывает новое производство

30 марта 2009 г. состоялось официальное открытие нового завода по производству бытового газового отопительного оборудования Объединения «Лемакс» (г. Таганрог). Новый завод «Лемакс» — один из крупнейших инвестиционных проектов Ростовской области, стоимостью около 300 млн руб. Кроме того, это принципиально новый подход к философии производства в целом. На заводе по производству бытового газового отопительного оборудования внедрены новейшие технологии, разработанные специально для «Лемакс» специалистами немецкой фирмы ProLeap. Именно эта фирма внедряла передовые тех-

нологии на заводах ведущих мировых производителей — Vaillant, BMW, Volkswagen и др. В результате завод по производству газового отопительного оборудования «Лемакс» стал первым в России высокотехнологичным роботизированным производством газового отопительного оборудования, оснащенным новейшим немецким и итальянским оборудованием, на котором применены современные энергосберегающие технологии, внедрена программа «бережливого производства» (по аналогичной работает японский концерн Toyota). По данным независимого британского экспертного агентства Bsrta и российского консалтингового агентства «Амико», «Лемакс» признан лидером российского рынка в сегменте стальных напольных бытовых газовых котлов. Кроме того, предприятию традиционно принадлежит инновационное первенство — например, специалисты «Лемакс» первыми в России применили английскую инжекционную горелку для газовых отопительных котлов.

Реализация данного инвестиционного проекта, оптимизация и роботизация производства позволяет предприятию выйти на качественно новый уровень развития. В результате выиграет прежде всего конечный потребитель, который получит более ценный продукт за те же деньги — предприятие не планирует переходить в другой ценовой сегмент.

## ■ GRUNDFOS

### Взрывозащищенное оборудование Grundfos на Новошахтинском заводе нефтепродуктов

В 2009 г. Ростовской области начал работу Новошахтинский завод нефтепродуктов — один из крупнейших проектов, реализованных в рамках областного закона «О приоритетном развитии шахтерских территорий». Главная сложность при строительстве заключалась в том, что устанавливаемое оборудование должно было отвечать всем требованиям работы на взрывоопасных производствах. Так, в системах водоснабжения установлены насосы Grundfos серии CR ATEX во взрывозащищенном исполнении.

«Учитывая взрывоопасную и легковоспламеняющуюся категорию производства, главным требованием к технологическому оборудованию явилось соответствие всем стандартам его эксплуатации. Поэтому еще на стадии проектного решения инженеры-разработчики, опираясь на накопленный опыт и практические рекомендации компании «Донводсервис», нашли оптимальное решение. В системах водоподготовки и водоснабжения при-



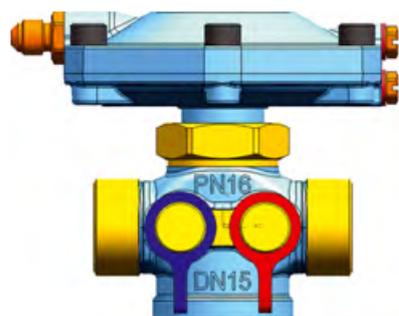
менены современные разработки компании Grundfos — насосное оборудование серии CR ATEX во взрывозащищенном исполнении», — рассказали в компании «Донводсервис». Насосы данной серии имеют сертификаты ATEX, сертификат соответствия ГОСТ Р и разрешение ФСЭТАН (Ростехнадзор) на взрывозащищенное оборудование.

## ■ «ГЕРЦ Арматурен»

### Новое поколение регуляторов расхода

Компания «Герц Арматурен» представляет новое поколение регулятора расхода, модель 4001. Регулятор предназначен для автоматического поддержания расчетного расхода воды (антифриза) в стояках и ветках систем отопления и холодоснабжения с рабочими параметрами от -20 до 120 °С и 16 бар. Максимальный перепад давления 2 бар.

Данная модель отличается компактным дизайном, DN от 15 до 50, номинальным расходом 400–5000 л/ч, корпус изготовлен из устойчивой к выщелачиванию цинка латуни, с внешней резьбой с плоской герметизацией соединения и двумя клапанами быстрого измерения дифференциального давления. Настройка осуществляется специальным ключом непосредственно на требуемый расход путем установки значения в диапазоне 25–75 % на шкале настройки. Монтируется на обратном трубопроводе в любом положении.



## ■ ORKLI, S. COOP

### Российский дебют Orkli



На выставке Mattex'2009, проходившей с 4 по 7 марта 2009 г. в Экспоцентре на Красной Пресне (г. Москва), компания «Русклимат» представила расширенный ассортимент арматуры для систем отопления и водоснабжения испанского производителя Orkli, S. Coop. Ассортимент Orkli, S. Coop включает радиаторные вентили и термостаты, коллекторы и аксессуары к ним, смесительные вентили и оборудование климат-контроля.

Говоря о новых предложениях Orkli, S. Coop, хотелось бы рассказать о разработках, которые ранее не были представлены на российском рынке. Среди них беспроводная система Orkli — самое удобное решение для индивидуального контроля температуры в каждом помещении. Она состоит из двух основных компонентов: коммутационного блока управления и беспроводного термостата для каждой комнаты.

Система позволяет без прокладки дополнительных кабелей осуществлять регулирование температуры в восьми независимых зонах. Также предусмотрена возможность управления котлом и насосом.

Еще одна новинка 2009 г. от Orkli, S. Coop — это дизайн-вентили серии Delux. Серия радиаторных вентилей Delux предназначена для подключения полотенцесушителей и дизайн-радиаторов. В нее вошли вентили ручной регулировки, вентили на обратную подачу, термостатические вентили, а также вентили с хромированной термостатической головкой Plata. Серия представлена в двух исполнениях: белом и хромированном.

Создание такого предложения обусловлено тем, что современный потребитель, выбирая достаточно дорогие отопительные приборы, не видит в предложении производителем арматуры, которая может соответствовать дизайну помещений. Зачастую, арматура для радиаторов нарушает задумки потребителя, цель которых создать стильное помещение в каждой детали.

## ■ Grundfos начал полномасштабное производство в России

Компания Grundfos продолжает свое развитие в России. В марте 2009 г. на заводе «Грундфос Истра» запущена новая линия по производству коллекторов для установок повышения давления. По мнению руководства компании, это позволит сократить сроки поставки оборудования заказчикам.

Решение производить коллекторы на подмосковном заводе Grundfos связано, в первую очередь, с тем, что Россия — один из крупнейших рынков сбыта установок повышения давления. В течение последних двух лет наблюдается значительный рост продаж. Ранее при производстве оборудования на заводе «Грундфос Истра» использовались комплектующие, изготовленные на европейских предприятиях Grundfos.

«С началом производства коллекторов российское подразделение стало единственной компанией концерна, которая не зависит от внешних поставщиков основных компонентов для установок повышения давления, — рассказал г-н Кельд Кристенсен, технический директор завода «Грундфос Истра». — Для полной автономности нам не хватало лишь производства коллекторов. С марта этого года вся система полностью производится и собирается в России». Технологии производства, сварка и обработка труб коллекторов являются уникальными для России. На заводе работает конструкторский отдел, который может создавать коллекторы в специальном исполнении в случае особых требований клиента. Качество производимых в России компонентов соответствуют всем нормам и стандартам ISO 9001:2008, принятым на заводе «Грундфос Истра». Сборка и тестирование насосов осуществляется по единой технологии концерна и соответствует стандарту ISO 9906.

## ■ Новинка от «Альтерпласта»

Компания «Альтерпласт» представляет новую продукцию TEBO technics — полипропиленовую трубу, армированную стекловолокном PPR/PPR-GF/PPR PN20 glass fiber reinforced pipe, SDR 6 (товарное название PPR-GF). Комбинированная труба PPR/PPR-GF/PPR включает три слоя: наружный и внутренний состоят из однородного полипропилена (белый цвет), а внутренний — из смеси полипропилена и стекловолокна (зеленый цвет). Трубы TEBO technics PPR/GF полностью совместимы с полипропиленовыми и комбинированными фитингами и соответствуют DIN 8077/8078.

Отличительными преимуществами данной трубы являются: более низкий (на 75%) по отношению к PPR-трубам коэффициент линейного температурного расширения; более высокая поперечная жесткость трубы, препятствующая провисанию трубы при открытой прокладке и обеспечивающая сохранность линейности трубы при эксплуатации; не требуется зачистка трубы для сварки с фитингами (в отличие от трубы, армированной алюминием), что облегчает и ускоряет монтаж.

## ■ DIMPLEX

### Новый реверсивный теплонасос LA 35TUR+



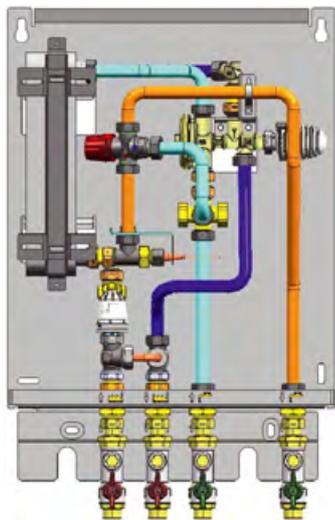
Новый реверсивный воздушный тепловой насос LA 35TUR+ от Dimplex задает новый стандарт в области отопления и кондиционирования: он имеет чрезвычайно высокий коэффициент эффективности, интеллектуальную систему управления испарителем, запатентованную систему гидравлического переключения и крайне низкий уровень шума. Регулируемый четырехходовой вентиль поворачивает проток в обратном направлении для обеспечения кондиционирования таким образом, что теплообменники функционируют оптимально во всех режимах работы. Дополнительный теплообменник на выходе горячего газа гарантирует непрерывный цикл охлаждения даже при возникновении потребности в нагреве санитарной воды контура ГВС.

Диапазон наружных температур для режима отопления составляет  $-25...+35^{\circ}\text{C}$ , для режима охлаждения —  $+15...+45^{\circ}\text{C}$ . Без дополнительного нагрева максимальная температура в подающей линии отопительного контура может достигать  $65^{\circ}\text{C}$ , при этом нагрев контура ГВС может осуществляться параллельно отоплению дополнительным теплообменником, за счет чего существенно повышается коэффициент эффективности теплонасоса.

Управление установкой осуществляет посредством блока WPM EconPlus, обеспечивающего, помимо стандартных функций регулирования, модулируемый режим работы в зависимости от требуемой нагрузки. Прибор также ведет подсчет количества потребленного тепла и сохраняет эти данные для пользователя.

■ **«ГЕРЦ Арматурен»**

**Система подогрева воды Herz Thermen**



Система подогрева воды для горячего водоснабжения Herz Thermen выпускается в нескольких модификациях и обычно состоит из теплообменника с регулятором Herz DT, устанавливаемым в обратном потоке. Регулятор обеспечивает требуемый перепад давления теплоносителя в отопительной системе в зависимости от расхода холодной воды, подаваемой в теплообменник, при этом синхронно регулирует температуру горячей воды. Термосмесительный клапан обеспечивает смешение холодной и горячей воды с заданной температурой и предохраняет от ошпаривания. Шаровые краны предназначены для соединения системы подогрева воды с отопительной системой и системой горячего водоснабжения. Установка заданной температуры осуществляется с помощью терморегуляторов Herz.

Система подогрева рассчитана на давление на входе 3,5 бар при расходе холодной воды 13 л/мин с температурой 10 °С. Теплоноситель подается в теплообменник с температурой 60–75 °С и нагревает холодную воду до температуры 45–57 °С, падение давления в системе подогрева воды составляет 20–25 кПа. Прямоточная система подогрева воды может заменить собой бойлерную.

■ **Группа «ПОЛИПЛАСТИК»**

**«Корсис Про» — новая труба от «Полипластик»**

В феврале 2009 г. на Климовском трубном заводе, входящем в Группу «Полипластик», была выпущена первая партия новых труб «Корсис Про».

«Корсис Про» — это двухслойные гофрированные трубы, применяемые для безнапорных систем водоотведения и канализации. Они изготовлены из высокомолекулярного блок-сополимера полипропилена и, благодаря этому, имеют высокий показатель кольцевой жесткости — SN16.

Для отличия от труб «Корсис» трубы «Корсис Про» имеют внутренний слой, окрашенный в светло-голубой цвет.

■ **SNDC ECOCLIM**

**Автономный электрический кондиционер для малолитражных автомобилей**

Французская компания Sndc Ecoclim представила свой новый электрический кондиционер Skimo на выставке Sima, состоявшейся с 22 по 26 февраля 2009 г. в Париже.

Этот кондиционер предназначен для оснащения малолитражных транспортных средств. Он отличается компактностью и производительностью и, кроме того, простотой и легкостью установки. Кондиционер выпускается в виде моноблока, устанавливаемого на крыше, а также в двухблочном исполнении (сплит-система).

Кондиционеры Skimo обладают рядом достоинств, главное из которых — экономичность. Компрессор систем приводится в действие с помощью электродвигателя, что позволяет значительно снизить потребление топлива и исключить пиковое потребление мощности двигателя.

Новинки французской компании компактны, их размер всего 72×48×25 см. Автомобильный кондиционер Skimo очень практичен для установки в кабине небольшого размера, может монтироваться на опоре консольного типа и требует очень ограниченной площади для установки — 40×30 см.

Он подходит для большинства транспортных средств: сельскохозяйственных машин, строительных машин, специальных и муниципальных транспортных средств и пр. Кондиционер легко устанавливается, для этого не требуется никаких специальных знаний в области кондиционирования воздуха и нет необходимости в зарядной станции, т.к. прибор уже заправлен газом-хладагентом R134A. Крепление и электрическое подключение отличаются простотой и осуществляются без специальных инструментов.

Что касается холодопроизводительности, она составляет 2,9 кВт при потреблении электроэнергии всего лишь 0,8 кВт. При наружной температуре воздуха 31 °С температура внутри кабины стабилизируется на уровне 18 °С

и на уровне 25 °С при наружной температуре воздуха 41 °С.

Отбор комплектующих элементов для кондиционеров Skimo был произведен с учетом их надежности и соответствия требованиям электромагнитной совместимости и стандартов SAE.

■ **POLAR BEAR**

**Климатические установки для бассейнов PoolStar II Polar Bear**

Компания Polar Bear расширяет модельный ряд климатических установок для бассейнов и аквапарков. Новые климатические установки PoolStar II самые высокопроизводительные (мощные) в модельном ряду — производительность осушения от 280 до 4400 л в сутки при производительности по воздуху от 5000 до 28000 м³/ч и обладают большими техническими возможностями. Установки PoolStar II разработаны для использования в больших бассейнах и аквапарках, где необходимо комплексное решение проблемы поддержания нужного микроклимата. Они не только осушают воздух в помещении бассейна, но и поддерживают его температуру и обеспечивают необходимую вентиляцию помещения в нескольких режимах. Требуемый уровень влажности в помещении бассейна обеспечивается совместной работой систем осушения и вентиляции. Энергия, выделяющаяся при удалении влаги из воздуха используется для подогрева воды в бассейне, при этом создается замкнутый тепловой цикл, который позволяет существенно снизить затраты на содержание бассейна, кроме того, наличие недельного таймера позволяет устанавливать ночной или дневной режим с возможностью смещения в выходные или праздничные дни.

Для повышения энергоэффективности установки могут быть снабжены пластинчатым рекуператором (модели X) или рекуператором с промежуточным теплоносителем (модели P). Установки в исполнении RH снабжены дополнительной системой утилизации тепла, которая используется для частичного подогрева воды бассейна и подключается к системе циркуляции воды бассейна.

Микропроцессорная система управления создает режим максимального комфорта во время использования бассейна и режим максимальной экономии во время, когда бассейн не используется. Система управления установки PoolStar II может подключаться к системе «умный дом», что позволяет дистанционно контролировать рабочие режимы установки (опция).

■ **KAMSTRUP**

**Kamstrup сравнил российский учет тепла с европейским**



В рамках встречи со специалистами компаний ЖКХ, прошедшей 24–25 февраля 2008 г. в Москве, г-н Ким Кристенсен (компания Kamstrup, Дания), отметил различия между Россией и Европой: «Очевидным является факт, что волна установки приборов учета в России только поднимается. Россиян сейчас интересуют вопросы монтажа и работы с программным обеспечением приборов. В Европе теплосчетчики установлены повсеместно, поэтому специалистов больше интересуют варианты дистанционного считывания показаний, а также возможности энергосбережения на основе анализа данных учета. Оглядываясь на опыт других стран, полагаю, что Россия придет к этому лет через 15–20».

Такое различие между Россией и Европой в отношении учета тепла, по оценкам специалистов, не связано с уровнем подготовки российских инженеров. Это проблема организационного характера. «Если в Дании, как и во многих европейских странах, существует единая энергетическая политика, подразумевающая наличие приборов учета у каждого потребителя, то в России общей стратегии пока нет», — отмечает Татьяна Кислякова, директор по продажам и маркетингу российского представительства Kamstrup, мирового лидера по производству приборов учета тепла. На сегодняшний день в Саратове, например, заявлено об установке около 2 тыс. теплосчетчиков и необходимо поставить еще 1,8 тыс. В Новосибирске из 9 тыс. жилых домов узлы учета есть только в 1200. Показания скольких из них используются при расчете тепловых компаний с абонентами — неизвестно. В большинстве других регионов количество теплосчетчиков и вовсе незначительно.

«Мы уверены, что в связи с ростом тарифов на услуги ЖКХ скорость осуществления энергосберегающих мероприятий, основой которых является учет, в России резко возрастет», — добавила г-жа Кислякова.

■ **KERMI**

**Новое программное обеспечение в помощь проектировщикам**

Расчет отопительных нагрузок и расположения радиаторов стал значительно проще с новым пакетом программ xcalc от Kermi, призванным облегчить утомительный труд проектировщиков и монтажников. Программа разработана совместно с компанией LiNear и доступна в двух вариантах.

Версия xcalc LT — удобный инструмент для быстрого планирования и оптимизации расположения радиаторов Kermi, напольного и настенного отопления/охлаждения xnet на основе четырех стандартных вариантов или индивидуального моделирования. Программа позволяет осуществлять синхронизацию всех расчетов, включая вентили для гидравлической увязки системы, с проектом, а также экспортировать результаты в стандартные форматы таблиц, чертежей, двух- и трехмерного моделирования.

Версия xcalc HL предназначена для расчета отопительной нагрузки и включает основные функции программы xcalc LT, а также позволяет рассчитывать теплопотери здания, импортировать параметры радиаторов и обмениваться данными с различными версиями AutoCAD.

■ **O. ERRE**

**Diverso — новая серия центробежных вентиляторов от O. Erre**



Компания O. Erre представляет новую продукцию — серию вытяжных центробежных вентиляторов Diverso, предназначенных для удаления воздуха по вентканалам или воздуховодам. Вентиляторы Diverso совмещают в себе самые современные технологии. Они высокоэффективны, малозумны, удобны в эксплуатации и выполнены в современном дизайне. При разработке вентиляторов осо-

бое внимание уделялось вопросам аэродинамики — специальная конструкция декоративной решетки обеспечивает оптимальное направление движения всасываемого воздуха, предотвращая оседание пыли на стене вокруг вентилятора и позволяет быстро извлекать воздушный фильтр для очистки. Все вентиляторы оснащены обратным клапаном, который не пропускает загрязненный воздух обратно в помещение, когда вентилятор выключен.

Вентиляторы представлены в двух исполнениях: настенные Diverso и встраиваемые Diverso IN, производительностью от 80 до 270 м<sup>3</sup>/ч. Для каждого исполнения возможны модификации (стандартные, с таймером, с таймером и датчиком влажности).

Встраиваемые вентиляторы Diverso IN предназначены для установки в межпанельном пространстве, технологических нишах и т.д. В конструкции вентилятора предусмотрена возможность изменять направления выброса воздуха, что обеспечивается с помощью оригинальной конструкции обратного клапана.

Настенные вентиляторы Diverso благодаря antivibrationalной прокладке из эластичного материала могут быть установлены на различных поверхностях, таких как стены или панели. Все модели серии Diverso выпускаются в брызгозащищенном исполнении (степень защиты IPX5), благодаря чему идеально подходят для применения в помещениях с повышенной влажностью, таких как ванная комната, кухня и т.д.

■ **Немецкая фирма Sanha создала новую трубопроводную систему NiroSan-F**

Немецкая фирма Sanha создала новую трубопроводную систему NiroSan-F. Она изготовлена из так называемой ферритной нержавеющей стали с хорошими антикоррозионными свойствами, поэтому ее можно применять как в отоплении, так и в питьевом водоснабжении (новый вид стали абсолютно гигиеничен, на нем не размножаются грибки и плесень), сообщает портал airweek.ru. Для сборки элементов NiroSan-F используют пресс-фитинги NiroSan Press из нержавеющей стали, гарантирующие прочное и герметичное соединение. Кроме того, новинка очень удобна, т.к. для ее монтажа подходит различный пресс-инструмент, а видимая конструкция уплотнения позволяет обеспечить контроль за процессом соединения, чтобы не допустить появления мелкого мусора и пыли на уплотняемых поверхностях. Внешний диаметр NiroSan-F представлен десятью размерами в диапазоне 15–108 мм; толщина стенки 1–2 мм.

■ **LINDAB**

**Lindab провел семинары  
в двух столицах**



Завершились семинары, посвященные охлаждающим балкам Lindab. Мероприятия проводились одновременно в Москве и Санкт-Петербурге в гостиницах Novotel и были организованы российскими и датскими специалистами компании. Участники семинаров ознакомились с тем, как внутренний климат в помещениях влияет на работоспособность персонала, с водяными системами Lindab и их возможностями. Были рассмотрены примеры установок и методики подбора оборудования. Также собравшимся были продемонстрированы возможности программы TEKNOsim, позволяющей моделировать оптимальный климат в помещении.

На семинаре присутствовали представители ведущих проектных организаций Санкт-Петербурга и Москвы. Участники мероприятия получили необходимые материалы по водяным системам, а также копии программ DIMcomfort и DIMsilencer.

**СПРАВКА:** Lindab является международной группой компаний, занимающихся разработкой, производством и продажей продукции из листового металла, а также продвижением системных решений по строительству. Работая в двух направлениях деятельности — строительные системы и вентиляция — Lindab предлагает законченные решения в области создания строительных и вентиляционных систем для всех видов сооружений.

■ **ЕС планирует запретить  
неэкономные насосы**

По примеру удачного опыта по запрету ламп накаливания Европейская Комиссия планирует принудительно вывести с рынка неэффективные циркуляционные насосы для перекачивания воды в отопительных системах, как отдельно монтируемые, так и входящие в состав отопительного котла. В начале апреля страны-члены ЕС одобрили предложение Комиссии по снижению энергопотребле-

ния циркуляционными насосами. Если проект будет одобрен Европейским Парламентом, в июле 2009 г. он может стать официальным документом, и тогда с 2013 г. будут запрещены так называемые «стандартные» насосы с низкой эффективностью, а в 2015 г. останутся только «интеллектуальные» насосы. Необходимость в подобном законе назрела давно, ведь большинство из 140 млн эксплуатируемых в Европе насосов работают постоянно, пока пользователь не отключит их вручную. Это приводит к тому, что более 20% электроэнергии тратится впустую. С начала апреля в Германии функционирует программа стимулирования замены старых циркуляционных насосов на более экономные модели. Кроме того, эффективность насосов включена в немецкий проект Правил энергосбережения '2012 (Energieeinsparverordnung — EnEV).

■ **«ЭЙЛИТ»**

**«Эйлит» вошла в список  
36 призеров народного  
конкурса «Выбери лучшее»**

В феврале в Нижнем Новгороде были подведены итоги конкурса «Выбери лучшее», который проводился газетой «Комсомольская правда» среди своей многочисленной читательской аудитории. По итогам конкурса награду «За свежие идеи в бизнесе» получила климатическая компания «Эйлит». Вручение наград победителям народного конкурса «Выбери лучшее», проводимого газетой «Комсомольская правда — Нижний Новгород» состоялось 12 февраля в ресторане «Робинзон». Награду «За свежие идеи в бизнесе» получила группа компаний «Эйлит».

В ходе акции, которая проводилась уже второй раз, газета «Комсомольская правда — Нижний Новгород» предложила нижегородцам выбрать лучший товар или услугу в различных категориях. В течение года редакцией газеты собирались мнения потребителей нижегородских товаров и услуг. Читатели газеты присылали заполненные анкеты, голосовали в режиме on-line на сайте издания за свои любимые бренды. Лучшим из них были вручены дипломы и награды.

Группа компаний «Эйлит», более 15 лет занимаясь оснащением зданий системами кондиционирования и вентиляции, снискала среди своих заказчиков в Нижнем Новгороде и области заслуженную известность и уважение. Действительно, специалисты компании не только «доставляют» свежий воздух в жилища, офисы, производственные помещения, но и первыми в отрасли воплощают в жизнь многие передовые и нестандартные.

■ **Компания «Ликонд»  
объявляет о начале конкурса  
«Свежая мысль'2009»**

Компания «Ликонд» объявляет о начале конкурса «Свежая мысль'2009», на лучшую статью по теме «Кондиционирование, создание климата», организованного при поддержке компании Daikin Europe N.V. Конкурс «Свежая мысль» проводится уже шестой год подряд с целью содействия активному освещению актуальных тем на украинском рынке климатической техники. Конкурсные работы будут оцениваться в трех номинациях: лучшая статья в деловом издании, лучшая техническая статья, лучшая статья потребительской тематики. К участию в конкурсе допускаются только редакционные материалы, опубликованные в украинских печатных СМИ, в украинских интернет-изданиях или на информационных интернет-порталах, начиная с 1 января 2009 г. и до 15 декабря 2009 г. Победители конкурса будут награждены призами: 1. кондиционер воздуха Daikin (сплит-система); 2. увлажняющий фотокаталитический очиститель воздуха Daikin (модель «2 в 1»); 3. фотокаталитический очиститель воздуха Daikin.

Конкурсные работы можно направлять по адресу info@publicity.com.ua или assistant@publicity.com.ua, с темой письма «Конкурс «Свежая мысль»».

■ **Котел Viessmann  
на двигателе Стирлинга**

Компания Viessmann, известный производитель оборудования для систем теплоснабжения мирового уровня, представила ряд последних разработок. Среди них можно выделить новое перспективное направление — миниатюрные ТЭЦ на двигателе Стирлинга. ТЭЦ представляет собой котел, использующий принцип когенерации и предназначенный для одновременной выработки тепла и электроэнергии, что, естественно, более эффективно, чем два отдельных устройства. В техническом плане новый котел от Viessmann будет производить 24 кВт тепловой и 1,5 кВт электрической энергии.

Двигатель Стирлинга может работать на нескольких видах топлива — газ, нефть, дерево, солнечная энергия. С помощью двигателя Стирлинга и линейного генератора энергия, полученная из газа, преобразуется в тепло и электричество. Вся система полностью герметична, благодаря чему создаются условия для низких эксплуатационных расходов. Ориентировочное начало продаж нового котла Viessmann в России назначено на 2010 г.

[ Воздух ]

[ Вода ]

[ Земля ]

[ Buderus ]

## Buderus - все из одних рук

Товар сертифицирован. Не правах рекламы.

Buderus – это широкий спектр оборудования и принадлежностей систем отопления, рассчитанных на различные диапазоны мощности. Выбирая Buderus, Вы выбираете оптимальные по стоимости системы отопления, отвечающие реальным запросам. Отопительная техника Buderus – это традиционное немецкое качество, идеальное соотношение цена/эффективность, экономичность благодаря системе регулирования Logomatic. Используя системы автоматического управления Buderus, Вы используете самые современные технологии. Практичная и эстетичная отопительная техника Buderus решает любые задачи, связанные с автономным отоплением и горячим водоснабжением Вашего объекта. Оборудование Buderus поможет Вам скомплектовать систему отопления объектов различной категории сложности. Ваши преимущества в получении всего оборудования из одних рук – это упрощение проведения монтажа, т.к. все элементы системы отлично согласуются между собой. Вы получаете подробную техническую документацию, а также – консультации квалифицированных специалистов сервисной службы. Вы можете повысить квалификацию, не неся при этом финансовых затрат, – в действующем учебном центре компании специалисты наших клиентов обучаются подбору, монтажу, наладке и эксплуатации оборудования Buderus бесплатно.

Тепло - это наша стихия

[www.bosch-buderus.ru](http://www.bosch-buderus.ru), [info@bosch-buderus.ru](mailto:info@bosch-buderus.ru)

# Buderus



У древних китайцев было такое проклятие — «Чтоб тебе жить в интересные времена!». Сегодня, когда я пишу эту статью, многие в России опасаются, что эти самые «интересные времена» снова наступили для российского бизнеса — ситуацию сравнивают то с Великой Депрессией, то с событиями 1998 года. Я очень надеюсь, что ситуация скоро утрясется и, как водится, большинство опасений так и останутся несбывшимися. Делать какие-либо предсказания я не возьмусь, но на случай, если ситуация в ближайшее время не стабилизируется, предложу несколько советов касательно маркетинга в трудные времена — в периоды рыночных кризисов и спадов.

**Автор** А. ЛЕВИТАС, независимый бизнес-консультант (г. Хайфа, Израиль), материал предоставлен журналом «Маркетинг ПРО»

### 1 НЕ РЕЖЬТЕ КУРИЦУ, НЕСУЩОЮ ЗОЛОТЫЕ ЯЙЦА

И первым моим советом будет такой — не поддавайтесь искушению урезать расходы на маркетинг и рекламу. В дни кризиса многие бизнесмены начинают спешно сокращать расходы — и очень часто первым делом урезают рекламный бюджет. Почему именно его? Тут все очень просто. Если перестать платить работникам или поставщикам, не пройдет и пары месяцев, как предприятие встанет. А вот если прекратить рекламироваться — то еще долгое время вроде как ничего не происходит. Проблема, однако, заключается в инерции. С одной стороны, даже если вы прекратите рекламироваться, какое-то время старые клиенты будут покупать ваш товар

просто по привычке. Обратная сторона, однако, заключается в том, что когда вы увидите, что продажи покатались под откос — восстановить их до прежнего уровня одним махом уже не удастся. Та же инерция будет работать против вас, и в результате на то, чтобы выбрать из ямы, может уйти гораздо больше времени, чем заняло падение в нее.

Именно поэтому в рекламе, как и в езде на велосипеде, важно не останавливаться, а продолжать все время крутить педали. Кроме того, как показывает практика, большинство бизнесменов начинают в случае кризиса сокращать расходы на рекламу, конкуренция падает — и в результате те, кто продолжил рекламировать себя, зачастую становятся «королями» рынка.

### 2 «ОДНА ПОЛОВИНА ИДЕТ КОТУ ПОД ХВОСТ...»

Второй совет может показаться вам противоречащим первому — но я советую урезать расходы на те рекламные акции и каналы, которые неэффективны для вас.

Однако тут есть один подвох. Чтобы урезать неэффективные рекламные расходы, вам придется научиться отличать их от эффективных. То есть наладить учет эффективности рекламы и отдачи от каждой рекламной кампании и акции. Если в благоприятные времена вы можете позволить себе повторять вслед за изобретателем универмага Джоном Ванамейкером: «Половина моего рекламно-



www.worldpaper.com

го бюджета идет кому под хвост, но я не знаю, какая именно половина», — то во времена спада лучше все же «отделить зерна от плевел» и прекратить давать рекламу, которая даже не окупает себя.

Существует множество способов отслеживать эффективность той или иной рекламы, и на своих семинарах я даю более дюжины таких способов — от использования разных телефонных номеров в разных объявлениях до «подставных должностей» — но мы сейчас не об этом.

### 3 СТАРЫЙ ДРУГ ЛУЧШЕ НОВЫХ ДВУХ

Третий совет — держаться двумя руками за своих постоянных клиентов.

Разумеется, нельзя прекращать попытки привлечь новых покупателей — но даже в обычные времена продажа старому клиенту обходится в несколько раз дешевле, чем привлечение нового покупателя, который оставит в вашей кассе

ту же сумму. Что уж говорить о периодах спада на рынке.

Поэтому не ленитесь задействовать все известные инструменты для поддержания клиентской лояльности. А также освоите хотя бы несколько новых способов (тут вам может помочь моя книга «Больше денег от Вашего бизнеса», в которой описаны несколько десятков таких инструментов).

Особо позаботьтесь о следующих двух вещах.

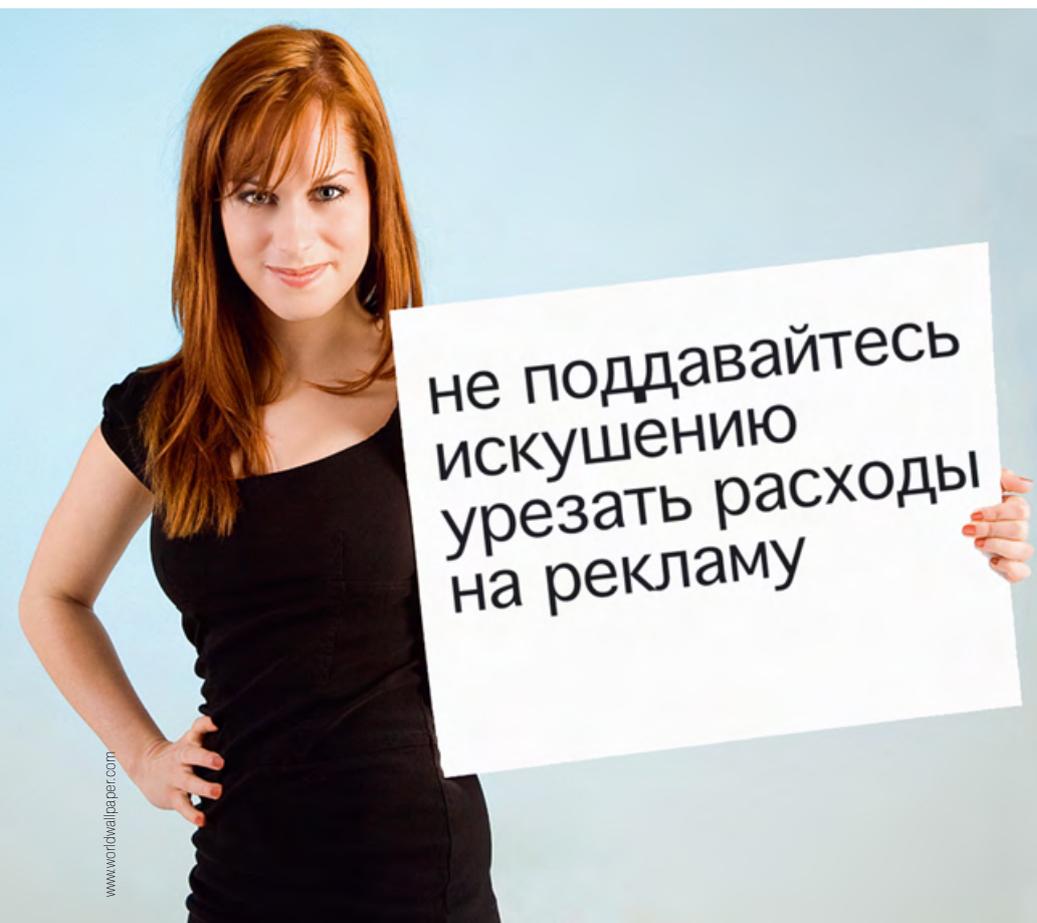
Во-первых, о качестве вашего товара или услуги. И, во-вторых, о доброжелательности и обходительности вашего персонала. Согласно статистике, около 85% клиентов, которых вы теряете, расстаются с вами из-за того, что не удовлетворены либо качеством, либо сервисом — и всего лишь 15% приходится на все остальные причины, от агрессивных действий конкурента до закрытия бизнеса покупателя.

Конечно, я не призываю «продавать рубли по пять копеек» и обеспечивать VIP-качество в эконом-классе. Но в рамках своей ценовой категории стоит быть одним из лучших.

### 4 РАЗБУДИТЕ СПЯЩУЮ КРАСАВИЦУ

Четвертый совет — разбудить «спящих» клиентов. Если ваша фирма действует на рынке хотя бы несколько лет, вы наверняка оказались в забавной ситуации. Многих клиентов, которые ранее совершали у вас покупки, но давно прекратили это делать, вы числите в «бывших». Сами же они при этом зачастую продолжают считать себя вашими постоянными клиентами, отнюдь не «бывшими». А не покупают потому, что руки не доходят, или вот прямо сейчас не нужно, или из-за того, что не знают вашего полного ассортимента... В общем, напомните им о себе — и многие с радостью вернуться к вам за новыми покупками.

Несмотря на кажущуюся простоту, эта стратегия входит в число самых мощных стратегий увеличения прибыли для малого и среднего, а порой даже и для крупного бизнеса. Моим клиентам многократно удавалось поднять продажи на десятки процентов, а порой и в несколько раз, обратившись к старым клиентам, которых они давно уже считали потерянными для себя. Конеч-



Кроме того, уместным будет повышение квалификации ваших продавцов. Разница между результативностью обученного и необученного продавца даже в обычное время колоссальна, что уж говорить о периодах спада. Помочь в обучении персонала могут, например, замечательные книги и столь же замечательные тренинги Александра Деревницкого, одного из лучших экспертов по продажам на российском рынке.

### 6 ЛЕТАЕМ ЭКОНОМ-КЛАССОМ

Шестой совет — расширить свой ассортимент, чтобы удовлетворить изменившиеся потребности клиентов. Если для значительного числа ваших покупателей цена станет основополагающим фактором при выборе продавца, уместно будет расширить свой ассортимент в сторону товаров и услуг эконом-класса.

Разумеется, этот совет не адресован тем, кто торгует в сегменте luxury, где именно высокая цена товара привлекает клиентов. Зато в других ценовых сегментах

но, тут есть свои тонкости, которые могут повлиять на результат, но рассказ о них хватило бы на отдельную статью. Однако зачастую даже простой телефонный звонок творит чудеса.

### 5 «СТУЧИТЕ, И ОТВОРЯТ ВАМ»

Пятый совет адресован тем бизнесам, которые привлекают клиентов благодаря активным продажам, работе торговых представителей и т.п. Совет очень простой — будьте более настойчивы. Мне неизвестна российская статистика (и я даже не знаю, существует ли она). Но исследования, проводившиеся в США, показывают, что более чем три четверти крупных сделок заключаются после пятого, а то и шестого-седьмого визита агента по продажам — но в то же время едва ли один из десяти агентов достаточно настойчив, чтобы посетить потенциального клиента больше трех раз.

Банальная инструкция для ваших менеджеров по продажам, требующая делать на две-три попытки больше, чем было принято до сих пор, иной раз может поднять продажи на 10–20%, а то и более.



**ИНФО: Александр ЛЕВИТАС**

Независимый бизнес-консультант и бизнес-тренер из Израиля. Выпускник Тель-Авивской академии рекламы и копирайтинга. Использует приемы как российского, так и американского и израильского маркетинговых подходов. Основные инструменты — «партизанский маркетинг» и «маркетинг здравого смысла». Главный принцип — «Ваш бизнес может приносить больше денег!». Проводит в России открытые и корпоративные семинары. Выпускает четыре бесплатных электронных газеты деловой тематики. Автор бестселлера «Больше денег от Вашего бизнеса». Персональный сайт: [www.levitas.ru](http://www.levitas.ru).

этот подход вполне оправдывает себя, помогая удержать и тех клиентов, которые все ту же затягивают пояс.

Если вы продавец — можете обратить внимание на тех производителей, с которыми не работали раньше. В том числе и на тех, чье качество считали недостаточно высоким для своих клиентов — если для них цена стала важнее качества. Если же вы — производитель, то стоит подумать о возможности выпуска упрощенных моделей, облегченных вариантов, «лайт»-версий, эконом-упаковок и т.д. Провайдеры услуг также могут предлагать меньшие порции, абонементы со скидкой, «безлимитные» абонементы и прочие варианты, позволяющие клиенту почувствовать, что он экономит деньги.

Проверьте, можете ли вы сделать свой товар или услугу дешевле, переложив часть своих расходов на плечи клиента. Берите пример с ИКЕА, где желающий сэкономить покупатель сможет приобрести шкаф или стол по весьма привлекательной цене — потому что он сам отвезет этот шкаф домой и сам же его соберет. Кроме того, если раньше вы брались лишь за крупные заказы — при недостатке таковых стоит обратить внимание на средних, а то и на мелких клиентов. Позже, когда кризис пройдет, некоторые из них смогут стать крупными заказчиками, а остальных вы просто передадите в другие руки.



www.forumc-o-k.ru

**7 БОЛЬШЕ, ЧЕМ ПОСТАВЩИК**

Седьмой совет — станьте для ваших клиентов более чем поставщиком. Продемонстрируйте им, что, сотрудничая с вами, они получают не только качественный товар по божеской цене, но и что-то еще, чего не дадут ваши конкуренты. Можете выступить в роли эксперта, советующего, какой товар лучше приобрести и как наиболее эффективно его использовать. Или же помогите клиенту приобрести товары и услуги, сопутствующие проданному вами товару, чтобы клиент получил как можно больше, потратив как можно меньше. И так далее. Если же ваши клиенты — другие бизнесы, выше всего они оценят помощь в увеличении их продаж. Тут вы можете помочь и советом, и связями, и рекламой (либо промо-материалами), и обучением персонала, и присланной статьей либо подаренной книгой...

Как вы понимаете, если благодаря вашей помощи доходы клиента вырастут — в большинстве случаев это ска-

жется на объемах его закупок. И уж точно такой клиент не бросится менять вас на другого поставщика из-за незначительной разницы в цене.

**НЕ ОБЯЗАТЕЛЬНО ЖДАТЬ КРИЗИСА**

А теперь открою вам один секрет, уважаемый читатель. Хотя эти советы проходят по категории «антикризисных», нет никакой причины не использовать их и в обычное время (за исключением, быть может, совета номер шесть). В случае спада на рынке эти советы помогут удержаться на плаву, когда конкуренты пойдут ко дну. Ну, а если кризиса не случится, ровно те же советы помогут вам увеличить объемы продаж, как помогли уже многим моим клиентам, участникам моих семинаров и читателям моей книги. □

*Статья подготовлена на основе материалов авторского семинара Александра Левитаса «Партизанский маркетинг» и книги «Больше денег от Вашего бизнеса».*

*Журнал «Маркетинг PRO», №11(49)/2008.*

**МИР**  
**КЛИМАТА**

«МИР КЛИМАТА  
'2009»

и «МАТТЕХ  
'2009»

как  
контраргумент  
кризису

**МАТТЕХ**

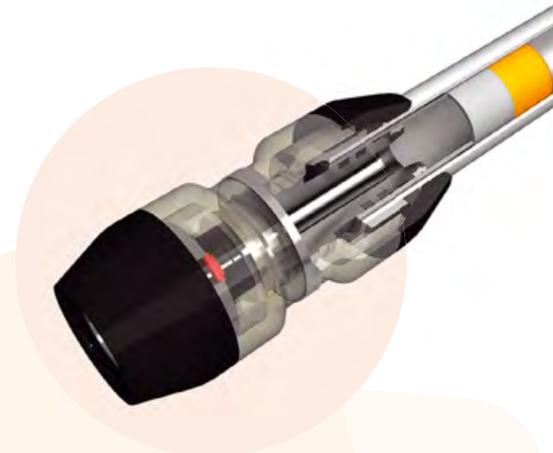


В начале марта 2009 г. в Москве прошли сразу две тематические отраслевые выставки: Пятая Международная специализированная климатическая выставка «Мир Климата'2009» и Первая Международная выставка «Mattex'2009 — Вода и тепло в вашем доме». Количественный и качественный состав этих мероприятий стал отличным контраргументом всем разговорам о кризисе в отрасли сантехники, отопления и климатического оборудования.

Первая Международная выставка «Mattex'2009 — Вода и тепло в вашем доме», которая прошла с 4 по 7 марта в Экспоцентре на Красной Пресне, стала значимым событием как для поставщиков и производителей, так и для покупателей со всех регионов России и зарубежья. На территории двух павильонов расположилась экспозиция, участие в которой приняли участие ведущие компании рынка отопления, водоснабжения и смежных отраслей.

На стенде «Терморос» были представлены новинки 2009 г. — насосное оборудование **Ebara** (Италия) и **Halm** (Германия). Главной и долгожданной новинкой для посетителей стенда стали литые алюминиевые радиаторы Elegance Wave и Ellipse от известного итальянского производителя Industrie Rasotti. Отличительными особенностями данных моделей является новый, нестандартный дизайн и рекордные эксплуатационные показатели по рабочему давлению, которое составляет 26 атм. Отметим также 15-летнюю гарантию, предоставляемую на новые модели, что является одним из наилучших показателей среди аналогичных приборов. Начало поставок обеих новинок на российский рынок запланировано на апрель 2009 г.

Кроме того, экспозиция «Терморос» была существенно обновлена новыми марками труб — это трубы и прессфитинги из нержавеющей стали производства Raccorderie Metalliche S.p.A. (Италия), а также металлопластико-



вая труба Unidelta. Для производства последней используются полимерные полиэтилен низкой плотности РЕВД (для труб для полива) и полиэтилен высокой плотности РЕ80 и РЕ100 (РЕАD). Трубы на основе РЕАD рассчитаны на применение в водопроводах, противопожарных сетях, подземной сточной канализации, трубопроводах для сжатого воздуха. Также они могут применяться в различных промышленных установках или использованы для перекачки пищевых и непищевых жидкостей. Металлопластиковая труба Unidelta обладает рядом уникальных свойств, делающих ее весьма привлекательной для заказчиков. Так, Unidelta устойчива к истиранию, обладает повышенной гибкостью полиэтилена, способностью возврата к исходной форме после деформации. Специалисты отметили низкий удельный вес трубы, ее высокую теплостойкость, устойчивость к ультрафиолетовым лучам, а также низкую тепловую и электрическую проводимость.

**Группа компаний «Русклимат»** в своей экспозиции на Mattex'2009 представила инновационную разработку от испанской компании Industrial Blansol — фитинги из полимерного материала PPSU IX-Press. Использование

фитингов IX-Press исключает необходимость применять монтажный инструмент. Они подходят как для металлополимерных труб Multiplex, так и для однослойных труб из сшитого полиэтилена (серия IX-Press). Уникальная запатентованная технология обеспечивает постоянное и долговременное напряжение в соединении «труба—фитинг» даже в условиях изменения диаметра трубы при перепаде температур. Процесс монтажа протекает следующим образом: когда труба вставляется в фитинг, она срывает предохранитель обжимной муфты, и обжимная муфта плотно прижимает трубу к фитингу, обеспечивая герметичное неразборное соединение.

Эксплуатационный период для фитингов из материала PPSU в системах горячего и холодного водоснабжения, центрального отопления — свыше 50 лет. Примечательно то, что полимерный материал PPSU давно используется в космической промышленности, пройдя испытания в самых тяжелых условиях эксплуатации. Он устойчив к агрессивным средам и превосходит по прочности латунь. PPSU является проверенным материалом и применяется много лет в оборудовании для отопления и водоснабжения. Гарантия производителя на собранную систему составляет 25 лет!





Фото компании-производителя.

**Завод по производству арматуры FAR** в 2009 г. представил измененный внешний вид дизайн-вентилей серии LadyFAR. Термостатическая головка со встроенным датчиком теперь будет более миниатюрной и компактной. Также в серийное производство введены насосные группы быстрого монтажа для установки циркуляционных насосов размером 130 и 180 мм.

На выставке «Mattex'2009 — Вода и тепло в вашем доме» состоялся дебют нового бренда насосного оборудования **Halm** от немецкого производителя — компании **Richard Halm GmbH + Co. KG** (известный в Европе производитель циркуляционных насосов). Оборудование Halm представлено в следующем ассортименте: насосы для бытовых систем отопления **HUP**, насосы для небольших систем отопления **HUP A**, насосы для горячего водоснабжения **BUP**, насосы для систем отопления с электронным регулированием **HUP E**, насосы для систем отопления **HUP D**, фланцевые. Циркуляционные насосы **HUP/HUPD** предназначены для систем отопления и могут работать в любых системах, обеспечивая расход до 96 м<sup>3</sup>/ч, создавая напор до 12 м. Их отличает уникальная патентованная конструкция обмоток двигателя с мокрым ротором, что обеспечивает стабильную работу без перегрева в диапазоне 160–260 В. При блокировке вала насоса реализован переход электродвигателя в ждущий режим, что позволяет сохранить насос в исправном состоянии. Особая конструкция статора, залитого экологически чистой смолой, гарантирует отсутствие конденсата на обмотках двигателя и защиту от водяных брызг.

Также на выставке посетителям был представлен еще один новый бренд — насосы из нержавеющей стали производства компании **Ebara Pumps Europe S.p.A.**, одного из подразделений корпорации Ebara Corporation (Япония). В товарную программу производи-



Фото компании-производителя.

теля входят дренажные насосы для бытовых целей, фекальные насосы из нержавеющей стали для бытового и промышленного применения, колодезные насосы из нержавеющей стали и поплавковым выключателем, центробежные насосы из нержавеющей стали для загрязненной воды, центробежные насосы из нержавеющей стали для отопления и горячего водоснабжения, скважинные насосы из нержавеющей стали, самовсасывающие насосы нержавеющей стали и чугуна для бытового водоснабжения.

Еще один интересный дебют, состоявшийся в рамках Mattex'2009 — коллекция дизайн-радиаторов итальянского производителя **Ridea**. Из сугубо утилитарного предмета, прячущегося за шторами, ширмами и экранами, которые забирают около четверти

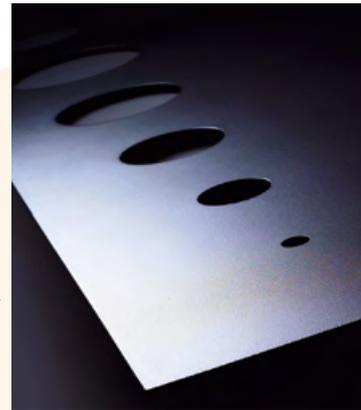


Фото компании-производителя.

излучаемого им тепла, радиатор превратился в украшение комнаты, пробуждающее воображение разнообразием форм, узоров и оттенков. На поверхности радиаторов итальянской компании Ridea распускаются цветы и оставляют свои отпечатки листья, застывают мастерски изображенные кучерявые облака и непокорные морские волны. Устройства домашнего обогрева имитируют фактуру крокодиловой кожи и повторяют расцветку зебры. Изготавливаемые из чугуна, стали и алюминия, выполненные в форме геометрических фигур, символов различных культурных традиций, плавных изгибов человеческого тела либо совсем неожиданных и непривычных в данном качестве



Фото компании-производителя.



Фото компании-производителя.



Фото компании-производителя.

ве предметов и продуктов (например, куска сыра), радиаторы становятся полноценными участниками интерьера и важными составляющими его стилистического единства. Не обошлось и без гламура: несколько моделей имеют серебряное и золотое покрытие, а радиаторы **Shine** украшены соответствующей надписью, выложенной кристаллами Swarovski. Типы радиаторов: дизайн-радиаторы водяного отопления (внутри медный коллектор, рабочее давление 6 атм) и электрические радиаторы (электрический кабель вместо трубы).

На Mattex'2009 компания «Комфорт-Эко» представила котельное оборудование марки **Atmos** (Чехия), одного из крупнейших европейских производителей котлов для твердого топлива. Фирма Atmos существует с 1936 г., а в 1980 г. фирма представила свои первые дровяные газифицирующие котлы. Более 80% своей продукции фирма экспортирует за границу, а именно в 45 стран, прежде всего — в Германию, Румынию, Италию, Францию, Швецию, Австрию, Польшу, Россию и другие страны. Сегодня завод Atmos производит твердотопливные пиролизные котлы нескольких типов: дровяные (мощностью от 15 до 100 кВт), угольно-дровяные (от 18 до 50 кВт), котлы на каменный уголь (от 25 до 35 кВт), пеллетные (от 4,5 до 45(60) кВт) и комбинированные котлы (от 15 до 35 кВт). Большинство котлов

Atmos работает по принципу газификации топлива. Благодаря своей высокой функциональности они по праву являются одними из самых лучших твердотопливных котлов в Европе.

В конце 2007 г. группа компаний «Аделант» запустила первое в России производство трубопроводных систем из перспективного и высокотехнологичного материала, свойства которого воплощают все возможные пожелания строителей и проектировщиков. Это — PVC-C, хлорированный поливинилхлорид. Полный ассортимент продукции из PVC-C был представлен в экспозиции «Аделант» на Mattex'2009. Стоит отметить, что системы трубопроводов производятся по лицензионному соглашению с концерном Lubrizol Advanced Materials Europe BVBA и представляют два направления — FlowGuard Gold Type II для горячего, холодного водоснабжения и отопления, и промышленные системы Corzan. Главные преимущества этих инженерных систем: дешевая клеевая технология (полное отсутствие монтажного оборудования); высокая прочность и долговечность. Кроме того, данная продукция экологична, пожаробезопасна, обладает низкой теплопроводимостью и низким коэффициентом провисания.

Выставка «Мир Климата» — единственный в России специализированный международный проект по климатическому оборудованию, а также промышленному и торговому холоду. На этом форуме не бывает «случайных» посетителей. Более 88% гостей «Мир Климата» — профессионалы отрасли. Из них 52%

составляют руководители и технические директора климатических и строительных компаний. В рамках «Мир Климата'2009», которая прошла с 10 по 13 марта 2009 г. в Международном выставочном центре «Крокус Экспо», были представлены сразу пять тематических разделов, два из которых являются самостоятельными выставками.

Российское отделение ведущего мирового производителя портативных измерительных приборов немецкой компании **Testo AG** — компания **ООО «Тэсто Рус»** приняла участие в выставке «Мир климата'2009» в качестве «Официального партнера». На стенде Testo посетители познакомились с производимыми компанией измерительными приборами для наладки и сервиса систем ОВК, промышленного и торгового холода. Для профессионального рынка вентиляции и кондиционирования были представлены оборудование для измерения скорости потока воздуха — различные модели анемометров, среди которых как недорогие компактные модели, так и оборудование высочайшего уровня, способное решать сложные задачи. Для холодильного рынка были представлены уже хорошо известные анализаторы холодильных систем **Testo 560** значительно упрощающие процесс пуска наладки и сервиса, а также детекторы утечек хладагентов, пирометры и др.

Впервые на российском рынке ООО «Тэсто Рус» продемонстрировала новинку — не имеющую аналогов систему сбора данных температуры и влажности **Testo Saveris**, которая призвана стать идеальным помощником для осуществления непрерывного контроля условий окружающей среды. **Testo Saveris** —

Фото компании-производителя.



это безопасность и легкость в эксплуатации наряду с полностью автоматизированной системой сбора данных и оповещений. Для передачи данных Testo Saveris использует беспроводный канал или традиционную технологию Ethernet.

Тенденции рынка бытовых систем кондиционирования таковы, что дорогие бренды все чаще сдают позиции перед напористыми, гибкими по цене торговыми марками. Именно такие предложения и представила на выставке «Мир Климата'2009» **Группа компаний «Русклимат»**.

Среди них — полностью обновленная линейка сплит-систем **Ballu**, производства Ballu Industrial Group, которые отличает экономичность (во всех новых сериях теперь присутствует функция экономного энергопотребления Eco), улучшенные потребительские свойства, усовершенствованный дизайн внутрен-

них и наружных блоков, система фильтрации воздуха. Гордость нового ассортимента традиционных сплит-систем — модель **Prime**. Используемые передовые технологии увеличили кондиционеры Prime на коэффициент энергоэффективности класса «А». На данный момент традиционные сплит-системы Ballu Prime — одни из самых экономичных кондиционеров на рынке. Профессионалы и потребители так же обратили внимание на линейку надежных и экономичных сплит-систем и мультисплит-систем серии **Fresh Air**, укомплектованных уникальной системой очистки воздуха «3 в 1».

Отдельную роль компания Ballu Industrial Group уделяет товарной категории увлажнителей, очистителей и осушителей воздуха. В сезоне 2009 Ballu представила три новых ультразвуковых увлажнителя воздуха (в белом исполнении), а также новые бытовые воздухоочистители.

В 2008 г. торговая марка **Electrolux** продемонстрировала весьма уверенный рост на рынке бытового климатического и теплового оборудования. К сезону 2009 г. Electrolux существенно дополнил и обновил свой модельный ряд. Весь товарный ассортимент этого бренда (сплит-системы, водонагревательная техника, электрические конвекторы и тепловентиляторы, увлажнители воздуха) был представлен на «Мир Климата'2009». Рассматривая новую линейку сплит-систем, серьезным дополнением в существующий модельный ряд стали сплит-системы серий **Crystal Style**, **Art Style** и мультисплит-системы серии **Multy Crystal Style**. **Art Style** — флагманская модель 2009 г. Учитывая последние тенденции промышленного дизайна, внутренний блок **Art Style** — абсолютно плоский и выполнен из высококачественного пластика. Более экономичная модель сплит-систем от Electrolux **Crystal Style** снабжена высокоэффективной системой очистки воздуха, сочетающей в себе катехиновый и антибактериальный фильтры.

Модельный ряд фанкойлов Electrolux представлен шестью различными сериями. Универсальные фанкойлы серии **Smart** имеют широкий модельный ряд, все фанкойлы выполнены в классическом дизайне, имеют низкий уровень шума. Кассетные фанкойлы серии **Grace** представлены моделями компактного и стандартного размера. Особенностью данной серии является специальный **Silver Ion Filter**, который до этого никогда не устанавливался на фанкойлах. Фильтр с ионами серебра обеззараживает воздух и предотвращает появление бактерий на фильтре и попадание их в воздух. Канальные фанкойлы представлены тремя сериями различной производительности и мощности **Flexy**, **Breez** и **Power**. Особенно из всего предложения хотелось бы выделить серию **Elegance**. Это супертонкие фанкойлы, ширина корпуса которых составляет всего 126 мм.

Что касается систем вентиляции, в предложении Electrolux — приточная установка **Fresh Air** — самое компактное вентиляционное оборудование в программе и приточно-вытяжные системы **Star**. Эти системы подают в помещение очищенный и подогретый воздух с улицы, насыщая воздух в помещении кислородом.



Группа компаний «Нимал» представила сразу несколько новинок климатического оборудования. Среди них — новая модель бытовой сплит-системы **Hitachi Premium XH**, отличительной особенностью которой является автоматически очищаемый фильтр, иначе говоря — это кондиционер с функцией самоочистки фильтра. Данная модель изготавливается только в Японии. Premium XH работает «на тепло» до  $-20^{\circ}\text{C}$  и не требует никаких дополнительных вложений по установке зимнего комплекта. В дополнение к особенностям данной модели можно отметить, что Premium XH имеет хорошую систему фильтрации (специальный металлический фильтр, а также «вассаби-кассета», предотвращающая распространение грибка и появление плесени).

Изменения в линейке моделей 2009 г. коснулись и знакомой серии от Hitachi — **Luxuri**. Так, в ней изменился дизайн внешнего вида самих внутренних блоков серии и улучшено покрытие деталей механизма внут-



ренного блока, имеется УФ-очистка воздуха (обеззараживание воздуха коротковолновым УФ-светом).

Совершенствование модельного ряда затронуло и мультизональные системы. Теперь к одному наружному блоку серии **Monozone/**

**Multizone** может быть подключено до шести внутренних блоков, причем разного типа (кассетные, канальные, потолочные, настенные). Ранее была возможность подключения только четырех внутренних блоков.



Новая серия промышленных кондиционеров **Master** — абсолютно новое решение от **Panasonic**. К одному внешнему блоку Master можно подсоединить до 12 внутренних блоков, причем разного типа (кассетные и настенные блоки). Внутренние блоки соединяются между собой с помощью Y-образного разветвителя. По сути, серия Master — это появление настоящей Mini VRF-системы от Panasonic. В модельном ряду бытовой серии у Panasonic также анонсированы новинки. Так, в инверторных сплит-системах серии **Standart** появился новый фильтр Super allerbuster (срок службы 10 лет), новый режим обдува Soft Breeze, новый противогрибковый фильтр с удобной установкой в один прием. Серии кондиционеров модельного ряда **Super Deluxe** изменения коснулись внешнего вида. Теперь, модели серии XE имеют более улучшенный дизайн. В модельном ряду инверторных сплит-систем Standart появилась новая модель CS-PA24JKD, которая является продолжением модельного ряда, начатого в 2008 г. с модели CS-PA18JKD и которую отличает увеличенная мощность (до 7 кВт).

Инновационные продукты, решения и услуги, представленные Пятой Международной специализированной климатической выставке «Мир Климата'2009» и Первой Международной выставке «Mattex'2009 — Вода и тепло в вашем доме», позволяют с оптимизмом смотреть в будущее и надеяться на скорый выход отрасли из состояния стагнации. □

# Viega Pexfit Pro

## Надежная система с широкими возможностями.

**Во всем мире профессионалы выбирают пресс-системы Viega. Made in Germany.**

Наконец появилась система, полностью соответствующая Вашим требованиям: трубы Pexfit Pro стали такими же гибкими, как Вы этого хотите, такими же долговечными и надежными – как Вы ожидаете.



Надежная трубопроводная система Pexfit Pro состоит из хорошо зарекомендовавших себя РЕ-Хс труб в сочетании с новыми пресс-фитингами Viega из полифенилсульфона (PPSU) или бронзовыми пресс-фитингами. В дополнение к стандартным размерам, добавлены пресс-фитинги диаметром 14 и 18 мм. Фитинги всех диаметров с контуром безопасности SC Contur.

**Трубы Pexfit Pro от Viega** состоят из следующих слоёв: внутренний слой трубы – сшитый полиэтилен РЕ-Хс, адгезионно-клеевой слой, слой алюминиевой фольги, сваренный между собой встык, адгезионно-клеевой слой, внешняя РЕХ оболочка белого цвета. Наряду с высокой устойчивостью к температурам и давлению технология физической сшивки полиэтилена, а также многослойная конструкция трубы гарантируют длительный срок эксплуатации.

Труба Pexfit Pro соединяет в себе оптимальное удобство монтажа и высокую стабильность формы. Это существенно облегчает работу в условиях недостатка пространства и позволяет экономить время и материал. Оптимальная толщина слоя алюминиевой фольги, сваренной лазером встык, минимизирует линейное расширение трубы, исключает диффузию кислорода между слоями и гарантирует высокую стабильность формы трубы, а также высокое качество соединений и устойчивость системы к нагрузкам.

**Опрессовка с гарантией надежности Viega.** Система Pexfit Pro основывается на проверенной технологии пресс-соединений Viega. Ее превосходство проявляется как в простом процессе монтажа, так и в единственно оригинальном контуре безопасности SC-Contur с типоразмерами фитингов из PPSU и бронзы диаметром от 14 до 63 мм.

Соединения выявляются в результате нагнетания давления в трубопроводах в пределах от 1 бар до 6,5 бар по визуальным признакам протечки воды через них или по падению давления на контрольном манометре. Наряду с гидравлическим способом проведения испытаний для различного рода систем возможно проведение более гигиеничных пневматических испытаний на герметичность с применением в качестве среды сжатого воздуха или инертных газов.



**Гибкие решения вдвойне.** Система Pexfit Pro давно доказала свою эффективность при поэтапной разводке. Но и при монтаже стояков возможности системы имеют большое значение, например, при наличии в зданиях узких шахт. Сильные стороны системы Pexfit Pro проявляются там, где другие уже не справляются, например, в нишах или узких настенных конструкциях.



Кроме того, компания Viega предлагает Вам 2 вида труб на выбор – армированная алюминиевой фольгой Pexfit Pro или гибкая Pexfit Pro Plus. Последняя отличается внутренним антидиффузионным барьером из EVONH и доступна в двух вариантах: в защитной трубе или без нее.

Трубы Pexfit Pro Plus производятся двух размеров, с диаметром 16 и 20 мм. Но возможен и смешанный монтаж совместно с трубами Pexfit Pro имеющими одинаковый диаметр, т.к. для обеих систем труб применяются одинаковые пресс-фитинги.

**Системные соединения Viega.** При необходимости соединения различных материалов, таких как медь, бронза, нержавеющая сталь или полимеры, требуется практическое воплощение поставленных задач. В данном случае многообразие пресс-переходников Pexfit Pro с контуром безопасности SC-contur делает возможным быстрое и легкое соединение с металлическими трубными системами. Никогда раньше соединения Profipress, Prestabo, Sanpress, Sanpress Inox с металло-полимерными системами Viega не были так легко выполнимы. Теперь и далее свобода выбора из различных материалов ничем не ограничена.

Большой ассортимент фитингов Viega с контуром безопасности SC-contur для систем тепло- и водоснабжения гарантирует надежность и безопасность системы, а также соответствует самым жестким требованиям нормативов.



**Монтажные консоли Pexfit Pro** предназначены для скрытого подключения воды к настенным модулям для навесной сантехники. Межцентровой присоединительный диапазон варьируется в пределах от 80 до 200 мм. Шумоглушащие вставки из высококачественных полимеров обеспечивают необходимую звукоизоляцию мест присоединения и гарантируют оптимальный комфорт при эксплуатации системы в будущем. Когда рабочего пространства для монтажа мало, системы Pexfit Pro и Pexfit Pro Plus пресс-соединения ускоряют процесс, а устойчивые к коррозии коллекторы из PPSU обеспечивают гигиеничность и безопасность.





**Viega Pexfit Pro**  
Надежная система с широкими  
возможностями. Made in Germany.

Адрес российского представительства: Москва, Варшавское ш., д. 42, офис 3242  
Тел/факс: (495) 961-02-67, e-mail: info-mos@viega.de [www.viega.ru](http://www.viega.ru) [www.viega.com](http://www.viega.com)



Труба РЕ-Хс



Фитинг



Переходник

**viega**

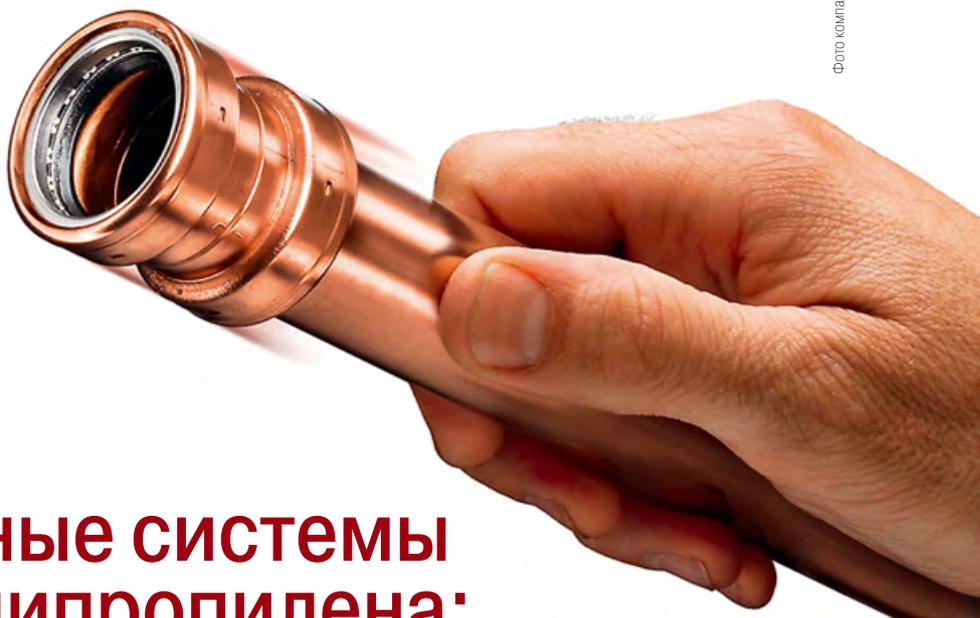


Фото компании-производителя.

# Трубопроводные системы из меди и полипропилена: два вектора в развитии инженерных систем

Заявленные в названии два материала, используемые при производстве труб для водоснабжения и отопления, могут натолкнуть пытливого читателя на логичный вопрос: а почему в качестве объекта обсуждения в данной статье выбраны именно эти материалы? Чем та же медь так сильно отличается от стали, а полипропилен от полиэтилена, что выбор пал именно на них? Ответ на этот вопрос поможет верно понять основной смысл статьи.

**Автор** Дмитрий ПОПОВ

## Мир выбирает полимерные материалы

Ни для кого уже не секрет (и уж тем более для человека, читающего журнала «С.О.К.», а значит, интересующегося вопросами сантехнической инженерии), что на российском рынке трубопроводов диаметром внутреннего сечения до 40 мм пальма первенства принадлежит трубам из полимерных материалов. К ним относятся трубы из полиэтилена (низкой, средней и высокой плотности), сшитого полиэтилена (PEX), высокотемпературного полиэтилена (PERT), поливинилхлорида (PVC), в т.ч. — хлорированного (C-PVC), полибутилена (PB), акрилонитрилбутадионстирена (ABS), приспопаятного полипропилена, имеющего три разновидности: гомопропилен (PP-H), блок-сополимер (PP-B) и статистический сополимер (PP-R), а также ряда экзотических видов полиолефинов. Безусловно, надо иметь в виду, что практически каждый из упомянутых видов пластиков может иметь разновидности — армирование метал-

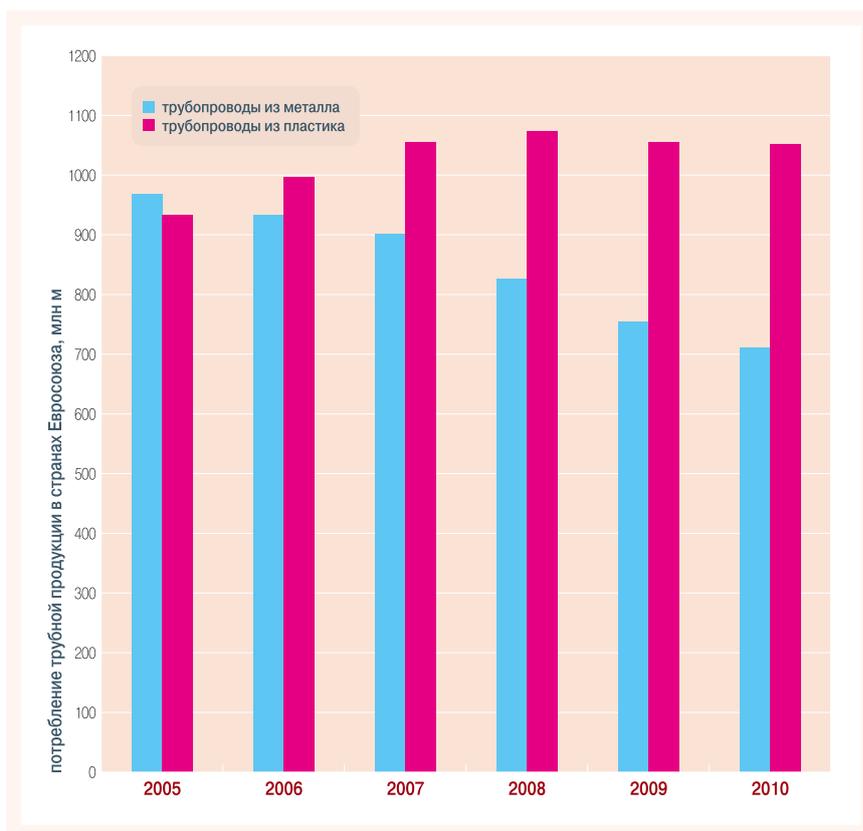


Фото компании-производителя.

лом (обычно алюминием) или, например, стекловолокном, новым субститутом алюминия.

Тенденция российского рынка инженерных систем по активному вытеснению стальных (а также чугунных, обилие которых в настоящее время в стандартной городской застройке является наследием прошлого века) трубопроводов пластиковыми находится в русле общемирового развития. Так, по данным ежегодного аналитического обзора независимого исследовательского института трубной промышленности KWD (г. Дармштадт, Германия), проведенного в 2008 г., структура потребления в Европе по всем трубным типоразмерам все больше смещается в сторону пластиковых систем. Трубопроводы из черной стали, нержавеющей стали и меди теряют популярность, что отражено на приведенной диаграмме (рис. 1).

Исследователи считают, что тенденция в ближайшие годы сохранится. При этом надо помнить о том, что львиная доля трубопроводов из металлов в Европе — это



■ Рис. 1. Объемы потребления трубной продукции в странах Евросоюза [млн м] по типам материала — факт-прогноз

медь (по данным продаж 2008 г. — порядка 80–85%). Объемы продаж меди хоть значительно превышают объемы любого вида пластика, но, как считают немецкие специалисты, уже к 2010 г. некоторые из современных видов пластиковых трубопроводов начнут активно догонять медные по объемам сбыта, а к 2015 г. медь перестанет быть единственным лидером потребительского рынка.

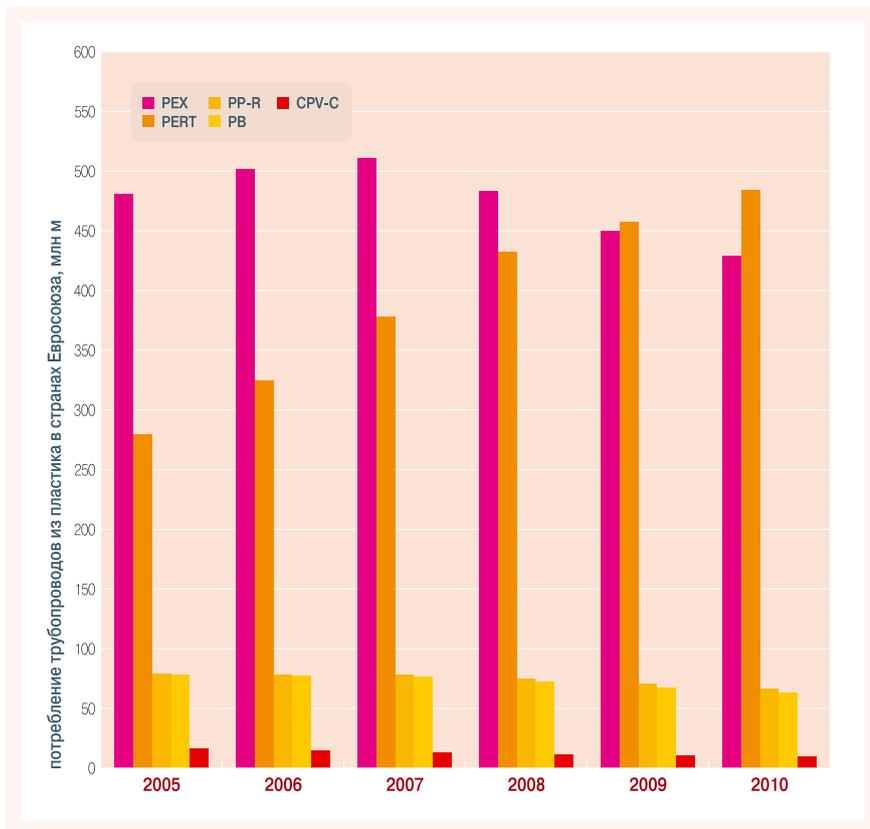
### Российская реальность

Российскому же читателю также безынтересно было бы узнать, что в Европе структура спроса на полимерные трубы несколько отличается от российской. И безоговорочный лидер пластиковых трубопроводов, например, 2005 г. — сшитый полиэтилен (PEX), уже в 2008 г. практически сравнялся по объемам реализации с так называемым высокотемпературным полиэтиленом (PERT). Закономерен вопрос: почему же активно продвигаемый и используемый в России полипропилен имеет столь незначительную хоть и стабильную долю в продажах, существенно уступая различным модификациям полиэтилена?

Ответ лежит на поверхности: уровень развития жилищно-коммуналь-



Фото компании-производителя.



■ Рис. 2. Объемы потребления трубопроводов из пластика в странах Евросоюза [млн м] — факт-прогноз



ного хозяйства в России находится на крайне низком относительно развитых европейских стран уровне. Сами принципы работы ЖКХ и условия эксплуатации водоразборных и отопительных сетей у нас и в развитых странах Запа- да различны. Яркий пример — е- сли в России в системах отопления многоквартирных домов, в основ- ном построенных еще в советские времена, до сих пор в подавляю- щем большинстве случаев уста- новлена однотрубная, реже двух- трубная, система с верхним или нижним контуром разводки, при которой отопительные прибо- ры подключены последовательно, а теплоноситель в каждую кварти- ру подается по нескольким стоякам, что делает невозможным органи- зацию гидравлики и учета тепла, то в той же Европе очень популяр- но индивидуальное домострое- ние, когда системы водоснабже- ния и отопления используют подго- товленную воду, нормализованную по уровню рН, количеству примесей, а зачастую, если речь идет о систе- мах отопления, используется ан- тифриз. Когда вместо установки стандартных радиаторов актив- но используются системы теплый пол не только для отопления ван- ных комнат, но в т.ч. жилых по- мещений. Когда нормальным, ци- вилизованным образом просчи- тываются и реализуются все гид- равлические расчеты в системах отопления и водоснабжения, про- исходит балансировка приборов, после чего системы годами работа- ют наиболее оптимальным, эконо- мичным и максимально удобным для потребителя образом.

Кроме того, тот факт, что во времена СССР при проектиро- вании инженерных сетей актив- но использовались металлические трубы без должной гидроизоляции, привел к тому, что средний уро- вень износа сетей в коммунальном хозяйстве составляет 60%. Пол- ной замены в настоящий момент требуют более 67 тыс. км сталь- ных и 60 тыс. км чугунных тру- бопроводов, 70 тыс. км стальных и 51 тыс. км чугунных труб нуж- даются в срочном ремонте и вос- становлении пропускной способ- ности. При этом динамика выхо-

Фото компании-производителя

да трубопроводов из строя такова, что ремонтным и эксплуатационным службам требуется инженерная система из неприхотливого материала с более существенным гарантийным сроком эксплуатации при стандартных рабочих условиях, который бы также выдерживал ненормированные перепады давления и температуры. Не забывайте и о том, что размеры бюджетов ЖЭКов и размеры бюджетного финансирования органов федеральной и региональной исполнительной власти не позволяют массово использовать ту же медь. Трубопроводная система, которую в российских специфических условиях будут использовать массово, должна обладать наилучшим на рынке материалов соотношением «цена/качество», с отдельным упором на первую составляющую.

**Каждый одиннадцатый дом — бесплатно**

Изыскания исследовательского отдела при департаменте маркетинга компании «Эгопласт» (Москва, Россия) показывают, что трубопроводные системы для водоснабжения и отопления, полностью смонтированные из труб сшитого полиэтилена, армированного алюминием (PEX/AL/PEX), с использованием пресс-соединений при монтаже в среднем на 10–15% дороже подобных же систем, выполненных с применением полипропиленовых труб с термической сваркой.

Трубопроводы, смонтированные из медных труб с применением фитингов на капиллярной пайке, в среднем дороже полипропиленовых трубопроводов на 70–80%. Данные относительные величины были получены специалистами компании «Эгопласт» в ходе анализа на единой методологической базе с учетом себестоимости как самих труб и фитингов, так затрат на соответствующее оборудование для монтажа и стоимости трудозатрат. Сравнивая розничные цены, например, полипропиленовой трубы Pro Aqua номинальным давлением 25 бар, армированной алюминием с наружным диаметром 25 мм (внутренний диаметр — 16,6 мм) и медной неотожженной трубы КМЕ с внутренним диамет-



Фото компании-производителя.

ром 18 мм, обнаруживаем, что в рознице цена метра полипропиленовой трубы — 95 руб., а медной — 250 руб. Надо понимать, что прямое сравнение цен только на трубы ничего не дает, однако факт говорит сам за себя.

Словами рекламных слоганов получается, что при использовании полипропилена вы получаете как минимум инженерную систему каждого одиннадцатого дома бесплатно, что с учетом относи-

тельной простоты монтажа и легкости самих труб ведет к постоянному росту популярности данного материала среди заказчиков проектов и монтажных организаций. Может показаться, что полимерные трубопроводы такими темпами скоро совсем вытеснят металлические, в частности — медные, с рынка. Но тут не все так однозначно, и, несмотря на то, что даже в благополучной Европе полимерные трубы приобретают все большую популярность, медь пока остается самым востребованным из материалов. Причин несколько. Заплатив больше, потребитель в итоге получает металлический трубопровод, который не начнет плавиться при температуре более 200 °С, материал которого можно вторично использовать, который обладает высоким сопротивлением к старению и препятствует размножению бактерий и вирусов на внутренних стенках трубы. Механические свойства медных трубопроводов, малая толщина стенок труб, а также относительная простота сборки стали причиной повсеместного применения медных труб в Европе в конце XX века. Наконец, элегантный вид отливающих «золотом» медных труб позволяет их прокладывать открытым способом, не зашивая в стены, что может являться отличным дизайнерским решением.

Одним словом, медные трубопроводные системы и системы из полипропилена, находясь в различных ценовых нишах и являясь зачастую предметом потребления различных социальных групп, выполняют одинаковую функцию и служат гарантом стабильности в деле обеспечения нас водой и теплом. ■



Фото компании-производителя.

# Система наружной канализации MAGNASOR от «Сантехкомплект»

В настоящее время при строительстве наружных самотечных канализационных сетей широкое распространение получили системы труб и фасонных изделий с двойными стенками (двухслойные гофрированные), обладающими высокими значениями кольцевой жесткости. Такие трубы можно закладывать на большую глубину, а также применять их в строительстве систем водоотведения в местах с большими динамическими нагрузками (автомагистрали, дороги, аэропорты, железнодорожные вокзалы и т.д.). При этом сами трубы примерно в 2–3 раза легче, чем однослойные трубы из НПВХ или ПЭ с гладкой стенкой, в 15 раз легче керамических труб и в 20 раз легче бетонных. Таким образом, монтаж новых систем предполагает значительную экономию по сравнению с аналогичными системами из других материалов.

**М**agnasor — это система двухслойных гофрированных труб и фасонных частей для наружных безнапорных систем водоотведения и канализации из полипропилена (PP) производства польской компании Magnaplast Sp. z.o.o. Компания Magnaplast Sp. z.o.o. (Польша) входит в состав немецкого холдинга Ostendorf, европейского лидера в производстве систем канализации и начала свою деятельность в 1989 г. Изделия Magnaplast — это известные своим качеством системы канализации. Среди них:

- трубы и фасонные части внутренней канализации HT из полипропилена, выпускаемые диаметром 32, 40 и 50 мм белого цвета, а также диаметром 40–160 мм серого цвета;
- трубы и фасонные части наружной канализации KG из PVC-U для устройства хозяйственно-бытовых, ливневых и дренажных систем, выпускаемые диаметром 110–500 мм оранжевого цвета;
- колодцы смотровые системы SC, изготавливаемые из полимеров, представляющие собой необычайно легкое и простое в монтаже дополнение системы KG — выпускаются диаметром 200, 315 и 400 мм;
- система гофрированных дренажных труб DR, изготавливаемая из PVC, предлагается диаметром 50, 80 и 100 мм;
- система звукопоглощающих труб из полипропилена, усиленного минеральным волокном Skolan DB.

Стенка трубы Magnasor состоит из двух слоев: внутренний слой гладкий, а внешний — гофрированный. Гофрированная внешняя оболочка придает трубе повышенную устойчивость к действию внешних нагрузок, а гладкая внутренняя стенка ускоряет прохождение стоков и обеспечивает низкую зарастаемость проходного отверстия. При этом все элементы Magnasor изготавливаются с классом прочности SN8 (8 кН/м<sup>2</sup>). Наружный слой труб имеет коричнево-красный цвет (RAL 8004), внутренний — светло-серый, что облегчает визуальную диагностику трубы. Поставляются трубы в комплекте с уплотнительным кольцом.



**magnoplast**



Преимущества системы Magnasor определяются их свойствами:

- устойчивость к давлению грунта и внешним нагрузкам обеспечивается за счет высокой кольцевой жесткости, гарантируемой оптимальной конструкцией наружной стенки;
- низкий вес, благодаря чему трубы легко хранить, транспортировать, и монтировать;
- высокая химическая стойкость полипропилена (PP) позволяет применять трубы не только для строительства сетей санитарно-технического, промышленного, ливневого и общего назначения, но также и для промышленных трубопроводов, которые могут укладываться в грунтах, загрязненных химическими веществами (например, свалки, хра-



нилища промышленных отходов, при разработке нефтяных и газовых месторождений);

- термическая устойчивость полипропилена (PP) позволяет постоянно удерживать максимальную температуру сточных вод 60 °С и кратковременно 95 °С;
- высокая механическая прочность при отрицательных температурах (до –20 °С) дает возможность проводить монтажные и ремонтные работы при низких температурах;
- высокая стойкость полипропилена (PP) к гидроабразивному износу обуславливает транспортировку жидкостей с содержанием твердых частиц;
- устойчивость системы к химической и биологической коррозии и к воздействию блуждающих токов;
- возможность свободного соединения с канализационными системами с гладкими стенками и колодцами;
- широкий ассортимент фасонных частей делает систему универсальной.

В рамках системы Magnasor производятся трубы диаметром от 200 до 600 мм как с раструбом, так и без, длиной 3 и 6 м. Вся продукция под этой торговой маркой производится в соответствии с европейским стандартом EN 13476–3. Качество двухслойных гофрированных труб и фасонных частей, предлагаемых компанией Magnaplast Sp. z.o.o. подтверждено сертификацией Госстандарта РФ.

Элементы системы Magnasor свободно соединяются с помощью раструбов труб и фитингов. Для герметизации соединений используются эластомерное уплотнение, которое устанавливается в последней рифле трубы после предварительной очистки от загрязнений (внутренней части раструба и уплотнения). Трубы можно разрезать на меньшие отрезки с помощью ручной или механической пилы. Имеется широкий ассортимент фасонных частей: отводы, тройники, муфты, переходы, а также элементы для соединения с обычными гладкостенными трубами из ПВХ, бетонными трубами, а также канализационными колодцами. □



# Артерии жизни

Более 15 000 наименований оборудования, изделий и материалов для систем отопления, водоснабжения и канализации.

- Трубы и трубопроводная арматура
- Запорная и регулирующая арматура
- Сантехническое оборудование и аксессуары
- Санфаянс
- Системы горячего и холодного водоснабжения
- Канализации и системы очистки
- Насосное оборудование
- Отопительное оборудование

**Центральный офис:** (495) 645-0000  
г. Москва, Расторгуевский переулок, д. 14

**Офис при складе:** (495) 926-1122; 926-1451  
г. Видное, Белокаменное шоссе, д.1

**Розничные магазины «Мастер-Сантехник»**

- М Улица 1905 года (495) 253-4429
- М Первомайская (495) 465-3104; 965-8932
- М Аэропорт (499) 152-9028
- М Петровско-Разумовская (499) 900-3469



Совершенно очевидно, что при проведении бестраншейной реконструкции ветхих трубопроводов весьма важно правильно использовать их остаточную прочность для максимально возможного в конкретных условиях снижения затрат. Рассмотрим это на примере напорных стальных трубопроводов.

**Авторы** А.А. ОТСТАВНОВ, к.т.н., ведущий научный сотрудник; В.А. УСТИЮГОВ, к.т.н., директор ГУП «НИИ Мосстрой»; К.Е. ХРЕНОВ, первый заместитель генерального директора, главный инженер МГУП «Мосводоканал»; В.А. ХАРЬКИН, к.т.н., генеральный директор ООО «Прогресс»

## К использованию остаточной прочности ветхих трубопроводов при бестраншейной реконструкции синтетическими оболочками

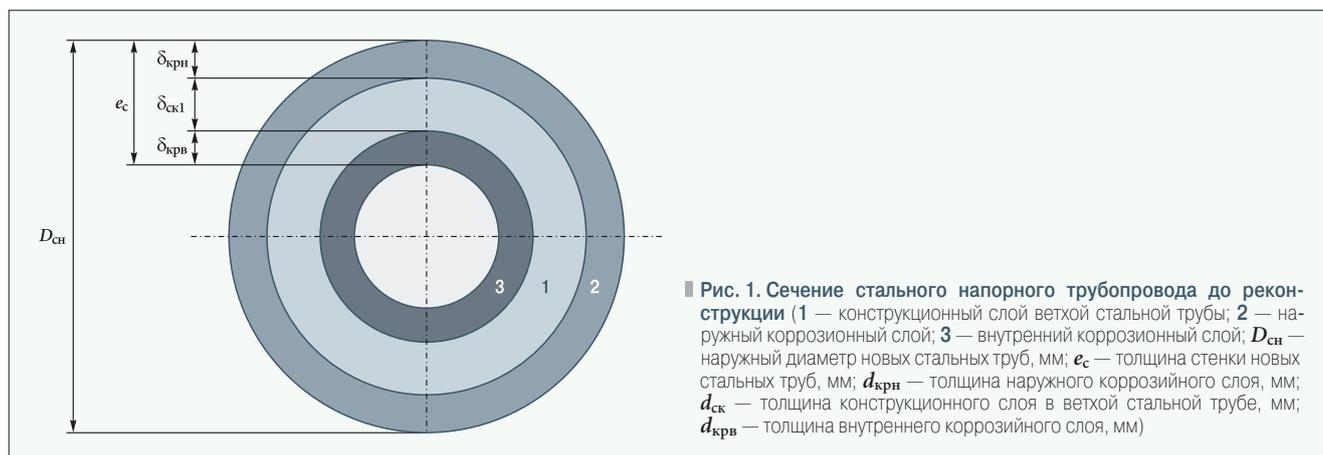
Стальные трубопроводы в процессе эксплуатации подвергаются коррозии. При этом часть стенки трубопровода как внутри, так и снаружи теряет свою конструкционную прочность, превращаясь во внутренний и наружный коррозионные слои (см. рис. 1). С каждым годом эксплуатации на стальной напорном трубопроводе толщина коррозионных слоев увеличивается, а конструкционного слоя уменьшается. Происходит это до тех пор, пока этот трубопровод не потеряет способность противодействовать внутреннему давлению. То есть стальной напорный трубопровод в этот момент является ветхим, т.к. выходит из строя и признается неработоспособным.

Как показывает анализ литературы, одним из многочисленных способов восстановления работоспособности ветхих стальных трубопроводов является размещение в них синтетических оболочек [1, 2]. Полимерные трубы, стеклопластиковые рукава и чулки с различными физико-механическими и геометрическими показателями применяются с целью восстановления ветхих самотечных и напорных трубопроводов как за рубежом, так и у нас в стране. В выпущенном Госстроем России (2004 г.) «Положении о санации водопроводных и водоотводящих сетей» [3] приводятся сведения, в соответствии с которыми «полимерный рукав имеет толщину 2 мм (при эксплуатации трубопровода под давлением до 3 МПа) или 3–10 мм при необходимости противодействия значительным внешним нагрузкам, а также достижения необходимой

устойчивости и прочности, сравнимой с аналогичными показателями для нового стального или чугунного трубопровода». К сожалению, в «Положении...» не указывается, к рукавам из какого полимера это относится, а также не приводится методика выбора рукавов для восстановления трубопроводов с конкретными рабочими параметрами и рассчитанными на определенные после восстановления сроки эксплуатации.

В этой связи рассмотрим реконструированный с использованием синтетической оболочки стальной трубопровод (см. рис. 2). Будем рассматривать реконструированный с использованием синтетической оболочки трубопровод, находящийся только под действием внутреннего давления  $p$ , т.к. для стальных трубопроводов, укладываемых в грунт [3], основное предельное состояние, определяемое их несущей способностью, определяется прочностью на разрыв от воздействия внутреннего давления. При этом в качестве допущения не будем учитывать влияние на снижение внутреннего давления  $p$ , которое может наступать вследствие растяжения стенок синтетической оболочки при поглощении имеющегося между наружной стенкой чулка и внутренней стенкой стального трубопровода зазора, т.е. исходим из того, что между стенками пластикового чулка и стальным трубопроводом имеется плотный контакт.

Как показывает анализ НДС (напряженно-деформированного состояния) реконструированного трубопровода со стороны синтетической оболочки на стальные трубы будет дей-



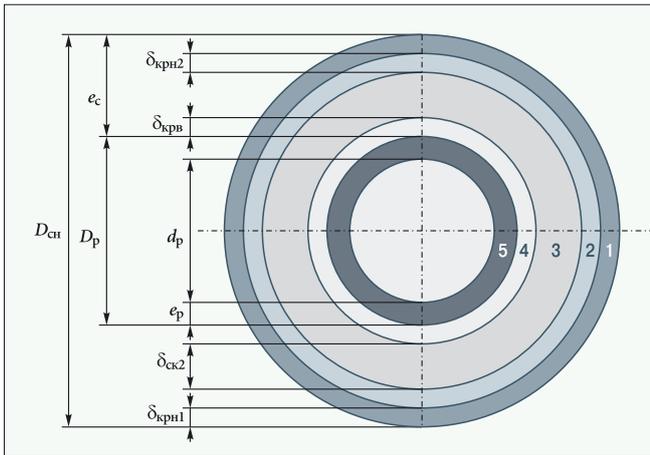


Рис. 2. Поперечное сечение реконструированного напорного трубопровода, находящегося под действием внутреннего давления, на конец расчетного срока эксплуатации (1 — наружный коррозионный слой до реконструкции трубопровода; 2 — наружный коррозионный слой, образовавшийся на реконструированном трубопроводе; 3 — конструкционный слой; 4 — внутренний коррозионный слой; 5 — синтетическая оболочка; обозначения:  $D_{сн}$  — наружный диаметр новых стальных труб, мм;  $e_c$  — толщина стенки новых стальных труб, мм;  $d_{кp1}$  — толщина наружного коррозионного слоя до реконструкции трубопровода, мм;  $d_{кp2}$  — толщина наружного коррозионного слоя, образовавшегося на реконструированном трубопроводе, мм;  $d_{кp}$  — толщина конструкционного слоя, мм;  $\delta_{кp}$  — толщина внутреннего коррозионного слоя, мм;  $D_p$  — наружный диаметр синтетической оболочки, мм;  $d_p$  — внутренний диаметр синтетической оболочки, мм;  $e_p$  — толщина стенки синтетической оболочки, мм)

ствовать давление  $p_k$  и, наоборот, со стороны стальных труб этому будет противодействовать точно такой же величины контактное давление  $p_k$  от синтетической оболочки.

Указанные давления должны приводить к соответствующим перемещениям стенок, например, в точке  $b$  синтетической оболочки на  $\Delta_p$  и стальной трубы на  $\Delta_T$ , абсолютные величины которых будут равны между собой:

$$\Delta_p = \Delta_T \tag{1}$$

Перемещения для синтетической оболочки  $\Delta_p$  и стальной трубы  $\Delta_T$  определим по формулам, полученным при решении задачи Ляме [4, 5], когда на стенки синтетической оболочки изнутри действует давление  $p$  и снаружи — давление  $p_k$ , а на стальную трубу действует изнутри давление  $p_k$ :

$$\Delta_p = \frac{p}{E_p} \frac{D_p d_p^2}{(D_p^2 - d_p^2)} - \frac{p_k D_p}{2E_p} \left( \frac{D_p^2 + d_p^2}{D_p^2 - d_p^2} - \mu_p \right), \tag{2}$$

$$\Delta_T = \frac{p_k D_p}{2E_T} \left( \frac{D_T^2 + D_p^2}{D_T^2 - D_p^2} + \mu_T \right), \tag{3}$$

где  $p$  — давление рабочей жидкости внутри трубы;  $p_k$  — контактное давление на поверхности соприкосновения синтетической оболочки со стальной трубой;  $E_p$  и  $E_T$  — модули упругости материала соответственно синтетической оболочки и стальной трубы;  $\mu_p$  и  $\mu_T$  — коэффициенты Пуассона материалов соответственно синтетической оболочки и стальной трубы;  $D_p$  и  $d_p$  — наружный и внутренний диаметры синтетической оболочки;  $D_T$  — наружный диаметр стальной трубы.

Подставляя формулы (2) и (3) в первое равенство (1), получим выражение для определения контактного давления  $p_k$

на поверхности соприкосновения синтетической оболочки со стальной трубой:

$$p_k = \frac{\frac{2p d_p^2}{E_p (D_p^2 - d_p^2)}}{\frac{1}{E_p} \left( \frac{D_p^2 + d_p^2}{D_p^2 - d_p^2} - \mu_p \right) + \frac{1}{E_T} \left( \frac{D_T^2 + D_p^2}{D_T^2 - D_p^2} + \mu_T \right)}, \tag{4}$$

Если принять:  $d_p = D_p - 2e_p$ ,  $D_T = D_p + 2e_T$ , где  $e_p$ ,  $e_T$  — толщины стенок соответственно синтетической оболочки и стальной трубы, то после подстановки этих величин в (4) и соответствующего преобразования с учетом допущений, что  $e_{p2} = 0$  и  $e_{T2} = 0$ , получим:

$$p_k = \frac{\frac{p (D_p - 4e_p)}{E_p 2e_p}}{\frac{1}{E_p} \left( \frac{D_p - 2e_p}{2e_p} - \mu_p \right) + \frac{1}{E_T} \left( \frac{D_p + 2e_T}{2e_T} + \mu_T \right)}, \tag{5}$$

При действии в трубопроводе внутреннего давления  $p$  в стенках синтетической оболочки и стальной трубы возникнут растягивающие напряжения в трех направлениях: осевые  $\sigma_0$  — вдоль оси трубопровода; радиальные  $\sigma_r$  — вдоль диаметра; тангенциальные  $\sigma_t$  — по касательной к поперечному сечению стального трубопровода (см. рис. 3).

Связь указанных напряжений с геометрическими и механическими показателями синтетической оболочки и стальной трубы представляем в виде математических выражений, используя формулы Ляме [4, 5].

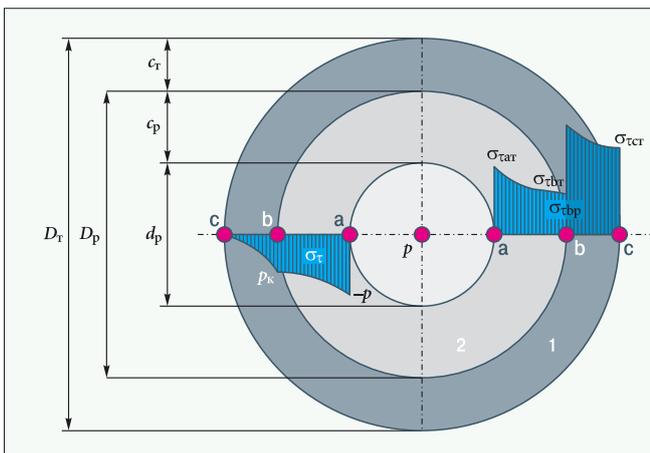


Рис. 3. Поперечное сечение реконструированного с использованием синтетической оболочки напорного трубопровода, находящегося под действием внутреннего давления (1 — стальной трубопровод; 2 — синтетической оболочки;  $D_T$  — наружный диаметр стального трубопровода, мм;  $e_T$  — толщина стенки стального трубопровода, мм;  $D_p$  — наружный диаметр синтетической оболочки, мм;  $d_p$  — внутренний диаметр синтетической оболочки, мм;  $e_p$  — толщина стенки синтетической оболочки, мм;  $\sigma_{таp}$  — тангенциальные напряжения в точке  $a$  стенки синтетической оболочки;  $\sigma_{тbp}$  — тангенциальные напряжения в точке  $b$  стенки синтетической оболочки;  $\sigma_{тcp}$  — тангенциальные напряжения в точке  $c$  стенки синтетической оболочки;  $\sigma_{тbp}$  — тангенциальные напряжения в точке  $b$  стенки стального трубопровода;  $\sigma_{тcr}$  — тангенциальные напряжения в точке  $c$  стенки стального трубопровода;  $\sigma_r$  — радиальные напряжения,  $p$  — внутреннее давление в реконструированном трубопроводе;  $p_k$  — контактное давление между стенками синтетической оболочки и стального трубопровода)

Радиальные напряжения на внутренней поверхности синтетической оболочки (точка а):

$$\sigma_{га} = -p. \quad (6)$$

Тангенциальные напряжения на внутренней поверхности синтетической оболочки (точка а):

$$\sigma_{та} = p \frac{D_p^2 + d_p^2}{D_p^2 - d_p^2} - p_k \frac{D_p^2}{D_p^2 - d_p^2}, \quad (7)$$

или

$$\sigma_{та} = p \frac{D_p - 2e_p}{2e_p} - p_k \frac{D_p}{2e_p}. \quad (8)$$

Эквивалентное напряжение на внутренней поверхности синтетической оболочки (точка а) определяется как  $\sigma_{э.кв.а} = \sigma_{та} - \sigma_{га}$ . Тогда с учетом формул (6) и (8) получим:

$$\sigma_{э.кв.а} = (p - p_k) \frac{D_p}{2e_p}. \quad (9)$$

Радиальные напряжения на внешней поверхности синтетической оболочки (точка б):

$$\sigma_{гвп} = -p_k. \quad (10)$$

Тангенциальные напряжения на внешней поверхности синтетической оболочки (точка б):

$$\sigma_{твп} = p \frac{2d_p}{D_p^2 - d_p^2} - p_k \frac{D_p^2 + d_p^2}{D_p^2 - d_p^2}, \quad (11)$$

или

$$\sigma_{твп} = p \frac{D_p - 4e_p}{2e_p} - p_k \frac{D_p + 2e_p}{2e_p}. \quad (12)$$

Эквивалентное напряжение на внешней поверхности синтетической оболочки (точка б) определяется разностью выражений (12) и (10):

$$\sigma_{э.кв.бп} = (p - p_k) \left( \frac{D_p}{2e_p} - 1 \right). \quad (13)$$

Радиальные напряжения на внутренней поверхности стальной трубы (точка в):

$$\sigma_{гвт} = -p_k. \quad (14)$$

Тангенциальные напряжения на внутренней поверхности стальной трубы (точка в):

$$\sigma_{твт} = p_k \frac{D_t^2 + D_p^2}{D_t^2 - D_p^2}, \quad (15)$$

или

$$\sigma_{твт} = p_k \left( \frac{D_p^2}{2e_t} + 1 \right). \quad (16)$$

Эквивалентное напряжение на внутренней поверхности стенки стальной трубы (точка в) определяется разностью выражений (16) и (14):

$$\sigma_{э.кв.вт} = p_k \left( \frac{D_p^2}{2e_t} + 2 \right), \quad (17)$$

Радиальные напряжения на наружной поверхности стенки синтетической оболочки (точка с):

$$\sigma_{гст} = 0. \quad (18)$$

Тангенциальные напряжения на наружной поверхности стенки синтетической оболочки (точка с):

$$\sigma_{тст} = p_k \frac{2D_p^2}{D_t^2 - D_p^2}, \quad (19)$$

или

$$\sigma_{тст} = p_k \frac{D_p}{2e_t}. \quad (20)$$

Эквивалентное напряжение на наружной поверхности стенки синтетической оболочки (точка с) определяется разностью выражений (20) и (18):

$$\sigma_{э.кв.ст} = p_k \frac{D_p}{2e_t}. \quad (21)$$

Как видно из эпюр радиальных  $\sigma_r$  (рис. 3, слева) и тангенциальных  $\sigma_t$  (рис. 3, справа) напряжений, возникающих при действии в трубопроводе внутреннего давления  $p$ , наибольшие напряжения возникают на внутренней поверхности как синтетической оболочки, так и стальных труб.

В этой связи очевидно, что конструкция реконструированного с использованием синтетической оболочки трубопровода будет удовлетворять условиям прочности при  $\sigma_{э.кв.а} \leq \sigma_p$  и  $\sigma_{э.кв.бт} \leq \sigma_t$  (здесь  $\sigma_p$  и  $\sigma_t$  — допустимые растягивающие напряжения для синтетика и материала трубы).

Далее путем замены  $\sigma_{э.кв.а}$  на  $\sigma_p$  в (9) и  $\sigma_{э.кв.бт}$  на  $\sigma_t$  в (17) получаем систему уравнений:

$$\left\{ \begin{aligned} (p - p_k) \frac{D_p}{2e_p} &= \sigma_p, \end{aligned} \right. \quad (22)$$

$$\left\{ \begin{aligned} p_k \left( \frac{D_p}{2e_t} + 2 \right) &= \sigma_t. \end{aligned} \right. \quad (23)$$

Из уравнения (22) получаем, что

$$e_p = \frac{(p - p_k) D_p}{2\sigma_p}. \quad (24)$$

Преобразуем (23). Вначале получим, что

$$p_k \left( \frac{D_p + 2e_t + 2e_t}{2e_t} \right) = \sigma_t. \quad (25)$$

Затем представим

$$p_k \left( \frac{D_t + 2e_t}{2e_t} \right) = \sigma_t. \quad (26)$$

Из (26) следует, что

$$p_k = \frac{\sigma_t 2e_t}{D_t + 2e_t}. \quad (27)$$

Подставив (27) в (24) и приняв в качестве допущения  $D_t + 2e_t = D_p$ , получаем выражение для определения толщины стенки синтетической оболочки в явном виде:

$$e_p = \frac{p}{2\sigma_p} D_p - e_t \frac{\sigma_t}{\sigma_p}. \quad (28)$$

В заключение следует указать на то, что изложенный в статье подход позволяет выбрать конкретные параметры синтетической оболочки (например, полиэтиленовую тонкостенную трубу, с показателем  $SDR = 41$  по ГОСТ 18599–2001 с изм. №1) для реконструкции ветхого напорного водопровода или канализации. Работы в этом направлении сейчас проводятся и о результатах будут своевременно представлены материалы в следующих номерах журнала. □

1. Положение о санации водопроводных и водоотводящих сетей. Госстрой России. — М., 2004.
2. Храменков С.В., Орлов В.А., Харькин В.А. Технологии восстановления подземных трубопроводов бестраншейными методами. — М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004.
3. Камерштейн А.Г., Рождественский В.В., Ручимский М.Н. Расчет трубопроводов на прочность. Справочная книга (изд. второе, перераб. и дополн.). — М.: Изд-во «Недра», 1969.
4. Феодосьев В.И. Сопrotивление материалов. — М.: Госстройиздат, 1962.
5. Муныбин Л.И., Арефьев Н.Н. К расчету прочности биопластмассовых трубопроводов // Трубопроводы и экология. №3/2003.

# Напольные котлы PROTHERM



Серия напольных котлов Protherm представлена пятью моделями: «Медведь», «Гризли», «Бизон», «Лев» и независимым от электричества котлом Protherm TLO. Эти котлы чрезвычайно просты функционально и, тем самым, исключительно надежны. Они долговечны и устойчивы как к перепадам температур и нагрузок, так и к человеческому фактору — нарушению правил эксплуатации и небрежности в обращении.

Чугунные котлы серии «Медведь» включают в себя 13 моделей, различных по мощности и функциональному оснащению. Мощностной ряд котлов серии «Медведь» — 20–60 кВт. Теплообменник из качественного серого чугуна обладает высоким коэффициентом теплопередачи. Газовая арматура Honeywell, разработанная специально для этой серии котлов, горелки из нержавеющей стали обеспечивают устойчивый режим горения.



Совместная работа котла «Медведь» и бойлера B100S

Кроме того, они имеют функцию ступенчатого режима регулирования мощности, систему эквитермического регулирования, защиту от образования конденсата, систему контроля за удалением дымовых газов, словом все то, что отличает котлы высокого класса. Однако при этом серия «Медведь» имеет вполне умеренную цену.

Отдельного упоминания заслуживает модель «Медведь» (20–40) KLZ. Этот котел имеет встроенный бак на 90 л для нагрева воды ГВС с магниевым анодом. Плавное регулирование мощности, встроенные насосы контуров ОВ и ГВС, два расширительных бака и электронное управление с функцией автодиагностики. Котел высочайшего класса и степени надежности для коттеджей и многоквартирных домов.

Котел «Гризли» продолжает серию «Медведь», но превосходит свой аналог по мощно-



Котел «Медведь» KLZ

стью при возможных перепадах давления газа в сети и высокую степень экологической безопасности, как для окружающей среды, так и для поддержания комфортного микроклимата внутри помещения.

Регулирование мощности котла «Медведь» двухступенчатое. На пониженной ступени мощности (II-й) котел устойчиво работает при давлении природного газа от 0,8 мбар и выше. Максимальное рабочее давление ОВ — 4 бар. Максимальная температура ОВ — 90 °С. Возможно присоединение бойлера для нагрева ГВС объемом до 200 л. Нагрев ГВС в данном случае будет иметь приоритет перед функцией отопления. При своей номинальной мощности котлы «Медведь» обеспечивают расход горячей воды 16–20 л/мин.

Серия «Медведь» оснащена всей необходимой для данного класса котлов автоматикой безопасности, которая исключает «ненормальные режимы работы» и возможные сбои.



Котел «Медведь» TLO

сти. В наличии пять моделей 65–150 кВт номинальной теплопроизводительности. В зависимости от применяемых в системе управления регуляторов «Гризли» может работать в каскаде (до 16 котлов одновременно).

Для напольных котлов Protherm использует эквитермические регуляторы с возможностью совместной работы в каскаде фирмы Siemens — Albatros RVA 43.222, RVA 63.242 и RVA 63.280. Данные регуляторы позволяют планировать недельный цикл работы котельной установки с созданием временных диапазонов и комфортных температурных режимов для каждого диапазона в отдельности. Предлагаемые регуляторы хорошо зарекомендовали себя в работе. Надежность и быстрый срок окупаемости — главные преимущества систем управления напольных котлов Protherm.

«Медведь», самый известный напольный котел Protherm, стал основой и для создания неэлектрического котла TLO с номинальной теплопроизводительностью от 20 до 50 кВт. Зажигание котла TLO происходит с помощью специального термоэлемента, вырабатывающего необходимое для работы и управления электрическое напряжение. Газовая арматура для этой модели разработана компанией Sit Nova, горелка — фирмы Polidoro. Техническое оснащение и функциональность моделей TLO в остальном совпадает с параметрами котлов ряда «Медведь» KLOM (PLO).

В 2005 г. котел TLO приобрел новый дизайн. Это связано с его унификацией в один ряд с моделями KLO и PLO, что исключает возможные проблемы с поставкой запчастей для одной или другой модели.

Еще один напольный котел от Protherm практически неизвестен в России — это «Лев» с плавным регулированием мощности в диапазоне от 6 до 26 кВт. Это серия конденсационных котлов со встроенным бойлером для нагрева воды ГВС. Особенность котла в его высокой степени экономичности, достигаемой за счет максимально возможного использования теплоты дымовых газов и содержащихся в них водяных паров. Максимальная температура дымовых газов на выходе — 87 °С. Котел снабжен всеми функциями поддержания комфортного режима, необходимыми защитами, системой непрерывной автодиагностики и цифровым дисплеем. □



www.worldwallpaper.com

## Газовые накопительные водонагреватели с открытой камерой сгорания

Исторически сложилось, что емкостные газовые водонагреватели (иначе именуемые газовыми бойлерами) пользуются в России меньшей популярностью, чем проточные (более известные как газовые колонки). И совершенно напрасно. Комфорт, обеспечиваемый накопительными водонагревателями, дает этим приборам возможность при определенных условиях успешно конкурировать с газовыми колонками.

Автор Людмила МИЛОВА

Так, емкостная конструкция водонагревателей из-за большой поверхности теплообмена снижает процесс образования накипи, позволяя эксплуатировать бойлеры с водой повышенной жесткости. Газовые емкостные водонагреватели (как и вообще нагреватели накопительного типа) обладают малым гидравлическим сопротивлением: напор в точке водоразбора практически равен напору на входе. Емкостные водонагреватели могут без проблем работать при небольшом расходе (2,5–3 л/мин) и низком давлении воды (для некоторых моделей хватает давления от резервуара с водой, расположенном непосредственно над аппаратом). Обладая меньшей по сравнению с газовыми колонками мощностью, газовые накопительные

водонагреватели обеспечивают, тем не менее, достаточный запас горячей воды для снабжения нескольких водоразборных точек одновременно. При этом плюсом является отсутствие скачков температуры при изменении общего расхода в системе ГВС. Кроме того, маленькая мощность создает меньшую нагрузку на газовую сеть, что в некоторых условиях может оказаться полезным, а также возможно использование дымохода меньшего диаметра. Если система дымоотведения в доме не позволяет установить газовую колонку, газовый емкостной водонагреватель станет наилучшим выходом. Из минусов можно отметить лишь необходимость длительного ожидания нагрева в случае, если горячая вода в бойлере все же заканчивается. Бо-

роться с этим недостатком призваны бойлеры сверхбыстрого нагрева, предлагаемые отдельными производителями. Но, если проектирование системы водоснабжения выполнено профессионально, запасов горячей воды в бойлере должно всегда хватать.

Если газовый емкостной водонагреватель планируется эксплуатировать в загородном доме, то тут он успешно может составить конкуренцию бойлеру косвенного нагрева, потому что, в отличие от последнего, его функционирование никак не связано с работой отопительных контуров. Это упрощает проектирование и монтаж системы отопления и дает больше про-

Фото компании-производителя.



www.worldwallpaper.com

стора для действий при пользовании горячей водой. Например, появляется возможность полностью отключить систему отопления без ущерба для системы горячего водоснабжения.

Газовые накопительные водонагреватели выпускаются в настенном (50–100 л) и напольном (от 100 л) вариантах. Описанные в обзоре водонагреватели имеют открытую камеру сгорания, т.е. используют для горения кислород из помещения, в котором они расположены. При этом необходимо обеспечить соответствующую вентиляцию и организовать в здании дымоход для удаления отработанных газов. Кроме того, при монтаже надо соблюсти минимальные расстояния от стен и пола, а также горючих материалов для предотвращения возгорания.

Основные элементы водонагревателя: стальной бак, защищенный изнутри специальным покрытием и снабженный магниевым анодом либо анодом с внешним питанием для предотвращения возникновения коррозии; теплоизоляция; вытяжной колпак, препятствующий обратному потоку отходящих газов; газовая горелка; блок управления и система защиты, перекры-

вающая поступление газа в случае каких-либо неисправностей; наружный корпус из стали, покрытый слоем краски.

Температура воды в водонагревательной емкости задается при помощи терморегулятора и поддерживается автоматически. Встроенный в газовую горелку элемент обеспечивает удобное зажигание пламени без помощи спичек или зажигалки: при наличии пьезоподжига для розжига запальной горелки нужно нажать кнопку, а основная горелка включается автоматически при снижении температуры воды в бойлере. Если водонагреватель оснащен электроподжигом, то этап с розжигом запальной горелки пропускается, но вместо него необходимо подключить водонагреватель к электросети. В конструкцию некоторых газовых водонагревателей входит водяной предохранительный клапан, который защищает бак от избыточного давления. Если его нет, то необходимо обязательно установить на подачу холодной воды группу безопасности. Большинство водонагревателей оснащены стальной горелкой для работы на магистральном природном газе. И чаще всего имеется возможность переоборудования таких горелок на использование газа сжиженного.

Удаление продуктов сгорания осуществляется в верхней части установки через вытяжной колпак. Сечение дымохода должно быть не меньше сечения вы-

тяжного колпака. При этом изменять конструкцию колпака, конечно, нельзя.

На рынке встречаются также модели, не предусматривающие подключения к дымоходу в принципе, продукты сгорания выводятся непосредственно в помещение. Мощность таких приборов не превышает 1,8 кВт, что соизмеримо с мощностью газовой горелки обычной бытовой плиты, поэтому для удаления продуктов сгорания хватает естественной вытяжки на кухне или проветривания помещения.

Многие напольные водонагреватели имеют возможность организации линии рециркуляции, что создает дополнительный комфорт при эксплуатации. При необходимости имеется возможность каскадного подключения нескольких водонагревателей и/или буферной емкости для увеличения объема готовой к употреблению нагретой воды.

К преимуществам газовых накопительных водонагревателей можно отнести, прежде всего, отсутствие в конструкции сложных гидравлических и электронных компонентов, что повышает их надежность и долговечность. Кроме того, емкостная конструкция водонагревателей (большая поверхность теплообмена) снижает процесс образования накипи. Это позволяет эксплуатировать такие приборы длительное время без проведения профилактических работ.



## AMERICAN WATER HEATER Co. (США)

**Mor-Flo (напольные), AWH (напольные)**

Типоразмеры: Mor-Flo — 114 л/9,67 кВт, 151 л/11,72 кВт, 189 л/11,72 кВт, 284 л/21,98 кВт; AWH — 284 л/36,67 кВт, 303 л/58,36 или 117,01 кВт, 379 л/58,36 или 79,18 кВт.

**Внутренняя емкость:** емкость водонагревателя внутри выполнена из стали (С1015 С.Q.HRS) с защитным эмалевым покрытием, имеет вертикальное расположение; в зависимости от модели водонагревателя внутри резервуара установлен на заводе один или два магниевых анода, чтобы обеспечить защиту от коррозии и продлить срок службы резервуара; у моделей AWH имеется специальное отверстие для очистки водонагревателя от отложений; рабочее давление воды в емкости — 10 бар.

**Теплоизоляция:** толщина теплоизоляции — от 2,5 до 5 см.

**Регулирование и поддержание температуры:** до 70 °С.

**Топливо:** магистральный природный газ.

**Ном. давление газа:** от 114 мм водн. ст. (11,5 мбар) до 355 мм водн. ст.

**Розжиг:** Mor-Flo — пьезозажигание с термопарой для контроля пламени; AWH — систе-

ма автоматического электронного розжига. **Безопасность:** Mor-Flo — автоматика поддерживает необходимое давление газа перед горелкой и отключает водонагреватель, если температура воды в емкости превышает 94 °С, имеется встроенный датчик опрокидывания тяги; AWH — водонагреватели оснащены пятью степенями безопасности, включающими предохранительный клапан для автоматического сброса воды при перегреве или повышении давления воды в баке, два температурных датчика, систему контроля подачи газа и систему контроля отвода продуктов сгорания, которые предохраняют водонагреватель от перегрева, повышения давления, кратковременного прекращения подачи газа или электричества, обратной тяги или поломки вытяжного вентилятора.

**Потребление электроэнергии:** Mor-Flo — энергонезависимый, не требует подключения к электричеству; AWH — электроподключение 110 В/50 Гц, потребляемый ток 7 А.

**Система ГВС:** подключение линии рециркуляции позволяет сократить время подачи горячей воды в удаленные точки водоразбора, имеется возможность каскадного подключения нескольких водонагревателей и/или буферной емкости для увеличения объема готовой к употреблению горячей воды.

**Гарантия:** Mor-Flo — 6 лет; AWH — 3 года.



## ARISTON (Италия)

**Super SGA (настенные), SGA (напольные), NHRE (напольные)**

Типоразмеры: Super SGA — 50 л/2,9 кВт, 75 л/4,4 кВт, 95 л/4,4 кВт; SGA — 115 л/6,38 кВт, 155 л/7,22 кВт, 195 л/8,65 кВт; NHRE — 185 л/22 кВт, 275 л/34 кВт или 44 кВт, 350 л/67 кВт, 315 л/99 кВт.

**Внутренняя емкость:** внутренняя емкость выполнена из стали с замочным соединением сварных швов (сварка Micro Plasma TIG), имеет эксклюзивное эмалевое покрытие, для дополнительной защиты от коррозии используется встроенный магниевый анод, у моделей NHRE в стандартное оснащение входят три анода, снабженные рассекателями и проходящие внутри бака дымоотводящие трубы, боковой фланец для ревизии и удобства обслуживания; максимальное рабочее давление — 7 бар. **Теплоизоляция:** Super SGA и SGA — пенополиуретановая изоляция высокой плотности; NHRE — теплоизоляция из специального стекловолокна.

**Регулирование и поддержание температуры:** от 40 до 72 °С, отличительной особенностью моделей NHRE является сверхбыстрый нагрев. **Топливо:** магистральный природный газ. **Розжиг:** пьезозажигание с термопарой для контроля пламени.

**Безопасность:** водонагреватель оснащен газовым клапаном с тремя устройствами безопасности — регулировочным термостатом, термопарой и датчиком предельной температуры.

**Потребление электроэнергии:** энергонезависимый. **Система ГВС:** при необходимости



последовательное или параллельное подключение нескольких водонагревателей.

## BRADFORD WHITE (США)

**M-I-BN (напольные),  
M-I-CX (напольные)**

**Типоразмеры:** M-I-BN — 114 л/8,8 кВт, 151 л/11,73 кВт, 189 л/14,66 кВт, 284 л/22,29 кВт; M-I-CX — 110 л/11,7 кВт, 151 л/11,7 кВт, 182 л/11,1 кВт.

**Внутренняя емкость:** внутренняя облицовка бака выполнена из стали и покрыта слоем запатентованного стекловидного покрытия высокотемпературной керамики Vitaglas с высоким содержанием кремния, обеспечивающим очень плотный контакт с поверхностью бака, и достаточно эластичным, чтобы повторить температурные деформации стального бака при изменении температуры; система подачи воды Hidrojet создает турбулентные потоки, препятствующие выпадению твердого осадка, и увеличивает производительность; дымоходный дефлектор служит для увеличения теплоотдачи в нижней части бака и уменьшает конвекцию в дымоходе при отключенной горелке, снижая теплопотери; защитный магниевый анод обеспечивает дополнительную антикоррозионную защиту.

**Теплоизоляция:** слой пенной изоляции толщиной 25 мм (в модели M-I — 75–32 мм) уменьшает теплопотери.

**Топливо:** M-I-BN — магистральный природный газ, M-I-CX — сжиженный пропан, бутан.

**Ном. давление газа:** M-I-BN — 1274–1765 Па (130–180 мм водн. ст.), M-I-CX — 1274–2940 Па (130–300 мм водн. ст.).

**Розжиг:** пьезозажигание с термопарой для контроля пламени. **Безопасность:** водонагреватели оснащены стабилизатором тяги, аварийным термостатом, предохранительным клапаном, датчиком тяги; аварийный термостат предотвращает водонагреватель от перегрева; предохранительный клапан предотвращает чрезмерный рост давления и температуры в баке водонагревателя; открывается клапан при давлении 1034 кПа или при температуре 93°C и стравливает лишнее давление; встроенный датчик тяги отключает прибор при засорении дымохода.

**Потребление электроэнергии:** энергонезависимый, не требует подключения к электричеству; аппарат имеет электронезависимую встроенную автоматику, запитанную от термогенератора, установленного в пламени запальной горелки. **Система ГВС:** подключение линии рециркуляции не предусмотрено. **Гарантия:** 3 года.

получения горячей воды в больших количествах возможно последовательное/параллельное подключение, возможность установки программатора на неделю.

## BAXI (Франция)

**SAGN (настенные),  
SAG (напольные)**

**Типоразмеры:** SAGN — 50 л/3,8 кВт, 80 л/5,3 кВт, 100 л/5,3 кВт; SAG — 115 л/5,7 кВт, 150 л/6,0 кВт, 200 л/6,6 кВт.

**Внутренняя емкость:** эмалированный стальной бак водонагревателей Baxi надежно и долговременно защищен от коррозии; магниевый анод осуществляет дополнительную активную электрохимическую антикоррозионную защиту бака изнутри; рабочее давление воды в емкости — 8 бар.

**Теплоизоляция:** пенополиуретан.

**Регулирование и поддержание температуры:** диапазон регулирования температуры 35–80°C, максимальная температура воды в баке-аккумуляторе составляет 80±5°C.

**Топливо:** универсальная горелка из нержавеющей стали предварительно установлена на потребление природного газа, но может быть легко переведена на сжиженный газ.

**Ном. давление газа:** 20 мбар, стабильная работа водонагревателя даже при низком давлении газа.

**Розжиг:** пьезоэлектрическое зажигание, контроль наличия пламени термопарой.

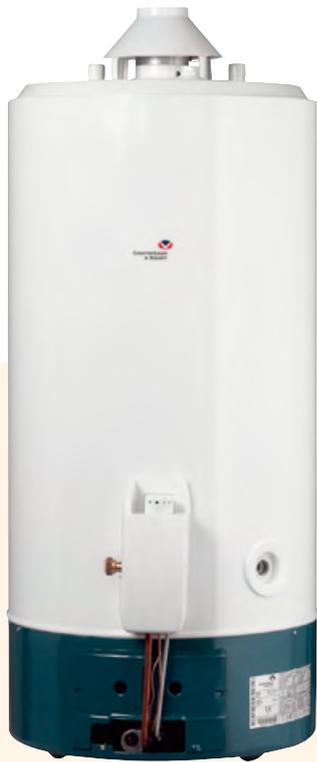
**Безопасность:** водяной предохранительный клапан защищает бак от избыточного давления; зонд в дымоходе имеет контрольное устройство, немедленно прекращающее подачу газа на горелку в случае его непроходи-

мости (засор, сильный ветер); в случае погасания горелки или запальника подача газа также прекращается автоматически; термостат перегрева препятствует перегреву воды в случаях, когда температурный датчик не срабатывает.

**Потребление электроэнергии:** электричество для водонагревателя не требуется.

**Система ГВС:** в напольных моделях имеется рециркуляционный патрубок, при повышенной потребности в горячей воде возможно





## FEG KONVEKTOR (Венгрия)

**Euro H 12 (настенный),  
HT (настенные/напольные),  
H (настенные/напольные)**

Модели Euro H 12, HT-KN и H-2 не имеют подключения к дымоходу

Типоразмеры: Euro H 12 — 12,5 л/1,3 кВт; HT-K — 80 л/4,2 кВт, 120 л/4,7 кВт, 150 л/4,7 кВт; HT-KN — 80 л/1,8 кВт, 120 л/1,8 кВт, 150 л/1,8 кВт; H-1 — 80 л/4,5 кВт, 120 л/5 кВт, 160 л/5 кВт; H-2 — 80 л/1,8 кВт, 120 л/1,8 кВт, 160 л/1,8 кВт.

Внутренняя емкость: стальной эмалированный внутренний резервуар оснащен защитным анодом; максимальное рабочее давление — 6 бар. Теплоизоляция: пенополиуретан толщиной 35 мм.

Топливо: магистральный природный газ, аппарат может быть переоборудован для использования природного газа с меньшей теплотворной способностью, а также на использование сжиженного газа. **Ном. давление газа:** 25 мбар. **Розжиг:** пьезорозжиг с термоэлектрическим контролем наличия пламени. **Безопасность:** водонагреватель оснащен датчиком выхода отходящих газов в помещении; автоматика отключает водонагреватель, если температура воды в емкости превышает 94 °С. **Потребление электроэнергии:** подключение к электросети не требуется.

**Система ГВС:** водонагреватели выпускаются с верхним и нижним подключением к системе водоснабжения.

**Гарантия:** 5 лет.

## CHAFFOTEAUX & MAURY (Франция)

**AG (напольные)**

Типоразмеры: AG — 115 л/6,4 кВт, 155 л/7,2 кВт, 195 л/8,7 кВт.

Внутренняя емкость: емкость выполнена из стали с эксклюзивным эмалевым покрытием, для дополнительной защиты от коррозии используется встроенный магниевый анод.

**Теплоизоляция:** пенополиуретановая изоляция высокой плотности.

**Регулирование и поддержание температуры:** осуществляется рабочим термостатом в диапазоне 40–72 °С.

**Топливо:** магистральный природный газ, возможность перевода на сжиженный газ.

**Ном. давление газа:** 20 мбар.

**Розжиг:** пьезозажигание с термопарой для контроля пламени.

**Потребление электроэнергии:** работа без подключения к электрической сети.

**Безопасность:** газовый клапан с тремя устройствами безопасности — регулировочный термостат, термопара и датчик предельной температуры.

**Система ГВС:** имеется возможность подключения линии рециркуляции, при необходимости получения горячей воды в больших количествах возможно последовательное/параллельное подключение.

**Гарантия:** 1 год.

## TATRAMAT (Словакия)

**HT (настенные/напольные)**

Модели HT-KN не имеют подключения к дымоходу

Типоразмеры: HT-K — 80 л/4,2 кВт, 120 л/4,7 кВт, 150 л/4,7 кВт; HT-KN — 80 л/1,8 кВт, 120 л/1,8 кВт, 150 л/1,8 кВт.

Внутренняя емкость: стальной эмалированный внутренний резервуар оснащен защитным анодом; максимальное рабочее давление 6 бар. Теплоизоляция: пенополиуретан толщиной 35 мм.

Топливо: магистральный природный газ; аппарат может быть переоборудован для использования природного газа с меньшей теплотворной способностью, а также на использование сжиженного газа. **Ном. давление газа:** 25 мбар. **Розжиг:** пьезорозжиг с термоэлектрическим контролем наличия пламени. **Безопасность:** водонагреватель

оснащен датчиком выхода отходящих газов в помещении; автоматика отключает водонагреватель, если температура воды в емкости превышает 94 °С.

**Потребление электроэнергии:** подключение к электросети не требуется.

**Система ГВС:** водонагреватели выпускаются с верхним и нижним подключением к системе водоснабжения.

**Гарантия:** 5 лет.

## VAILLANT (Германия)

**atmoSTOR VGH (напольные)**

Типоразмеры: 130 л/6,3 кВт, 160 л/7,25 кВт, 190 л/8,2 кВт, 220 л/8,5 кВт.

Внутренняя емкость: эмалированный внутренний резервуар оснащен защитным анодом, турбулизирующая спираль в газоходу выполнена из высококачественной стали, имеется фланец для очистки водонагревателя и кран для слива содержимого водонагревателя; максимальное избыточное давление 10 бар. Теплоизоляция: теплоизоляция из твердого пенополиуретана толщиной 50 мм.

Топливо: магистральный природный газ, аппарат может быть переоборудован для использования природного газа с меньшей теплотворной способностью, а также на использование сжиженного газа. **Ном. давление газа:** от 13 до 20 мбар. **Розжиг:** пьезорозжиг с термоэлектрическим контролем наличия пламени. **Безопасность:** водонагреватель оснащен датчиком выхода отходящих газов в помещении.

**Потребление электроэнергии:** подключение к электросети не требуется.

**Система ГВС:** имеется возможность подключения циркуляционной линии горячего водоснабжения.





# CHAPPEE

ГАРАНТИЯ СОВЕРШЕНСТВА

CHAPPEE, будучи символом совершенства и последних разработок французских инженеров, является оптимальным решением в области отопления.

Продукция представлена широкой гаммой настенных и напольных котлов и горелок, отвечающих сегодняшним запросам потребителей и профессионалов. Модели котлов и горелок имеют широкий диапазон мощностей - от 16 до 3500 кВт и могут быть предназначены для отопления и для водоснабжения. Котлы CHAPPEE прекрасно впишутся в любое пространство.

Компания проводит исследования в области возобновляемых источников энергии и предлагает решения по отоплению Вашего дома на основе солнечных панелей и тепловых насосов. Выбирая CHAPPEE, вы можете быть уверены в приобретении продукции высшего качества, являющейся ноу-хау французских инженеров.

[www.chappee.ru](http://www.chappee.ru)

Представительство в РФ  
Россия, 129164, Москва, Зубарев переулок, 15/1  
Бизнес-центр "Чайка Плаза", офис 342  
Тел.: (495) 733-95-82, 921-39-14  
[info@chappee.ru](mailto:info@chappee.ru)

A BAXI GROUP brand



**BORA**



SEMPRA



MOOREA 1 HTE



MOOREA 2 HTE



EDENA 3 / 4



NXR 3 / 4



ARIZONA

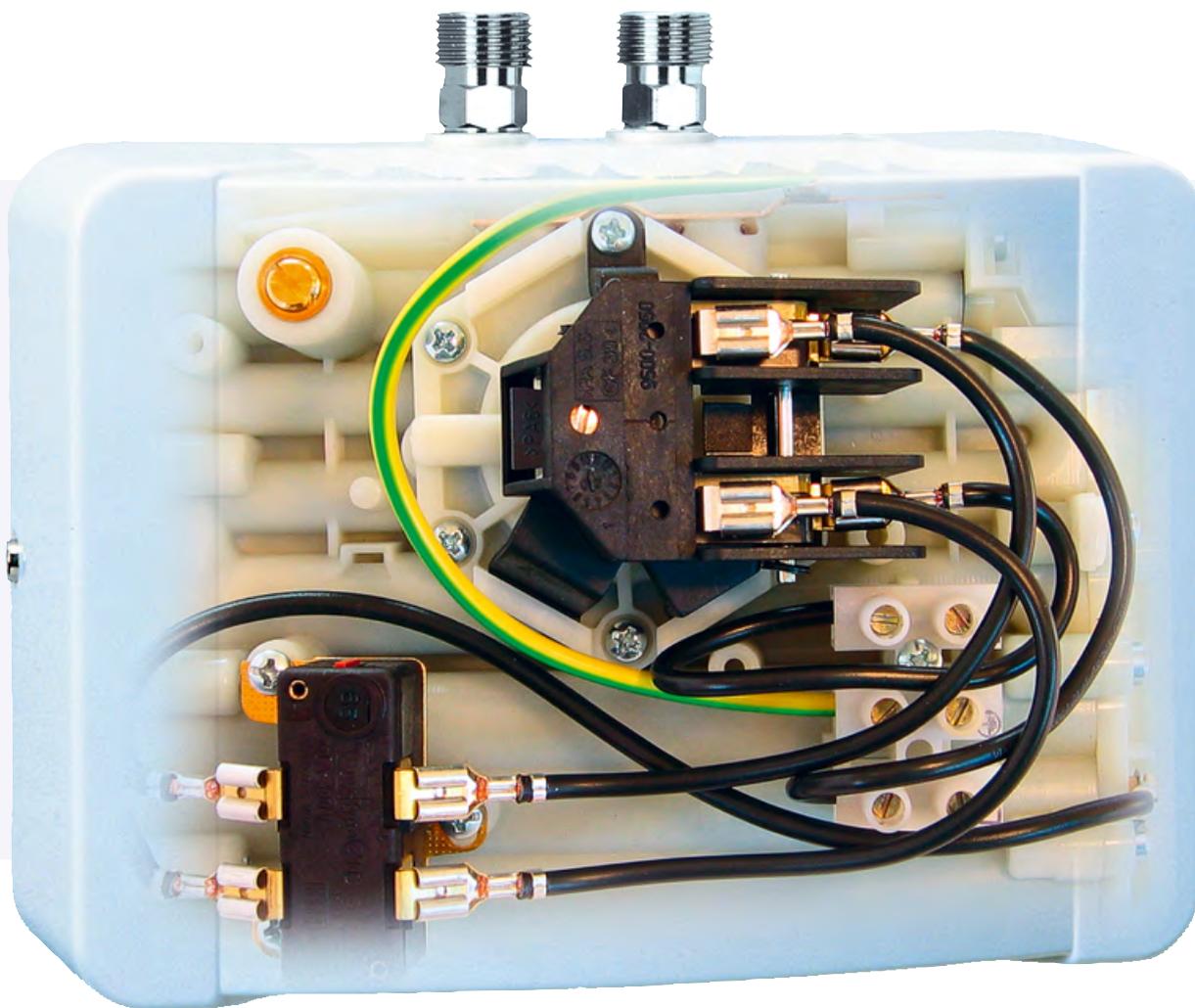


Фото компании-производителя.

## Электрические однофазные проточники в городских условиях

Электрические проточные водонагреватели считаются одними из самых простых приборов — как в установке, так и в эксплуатации. Чтобы проточник действительно оправдывал ожидания и не доставил непредвиденных проблем при монтаже, необходимо учитывать его индивидуальные особенности. Это поможет правильно выполнить гидравлическое и электрическое подключение водонагревателя, а также значительно облегчит выбор подходящей модели.

### 1. Реалии электроснабжения

Начнем с того, что подавляющее большинство импортных однофазных «проточников» предназначены для электросетей европейского стандарта с напряжением 230 В ±6%, для этого же стандарта и указана их мощность. Российский стандарт бытового электропитания подразумевает действующее значение напряжения 220 В ±10%. То есть, по нормам напряжение имеет право падать до 198 В. На деле же в отдельных районах иногда наблюдается снижение напряжения до 160–170 В (чаще всего в вечернее время при существен-

ном превышении мощности установленной в доме бытовой электротехники, по сравнению с тем, на что рассчитаны внутридомовые сети). Ввиду этого, мощность импортного проточного водонагревателя, эксплуатируемого в российских условиях, будет заведомо ниже заявленной изготовителем. В результате, естественно, снизятся и возможности проточника по нагреву воды.

Полную мощность прибора можно рассчитать по формуле<sup>1</sup>:

$$P = [U^2 \cos(\varphi)] / R, \quad (1.1)$$

где  $P$  — мощность, Вт;  $U$  — напряжение, В;  $R$  — сопротивление, Ом;  $\cos(\varphi)$  — ко-

эффициент мощности (комплексный показатель, характеризующий линейные и нелинейные искажения, вносимые нагрузкой в электросеть). Значение  $\cos(\varphi)$  равно отношению потребляемой электроприемником активной мощности (которая расходуется на совершение полезной работы) к полной мощности и может колебаться от 1 до 0. Для простоты расчетов допустим, что потеря электроэнергии в электрической сети нет и  $\cos(\varphi) = 1$ .

Сопротивление нагревательного элемента неизменно, величина

табл. 1

■ Зависимость мощности от напряжения

Напряжение, В	230	220	210	200	190	180	170	160
Мощность, кВт	3,00	2,74	2,50	2,27	2,05	1,84	1,64	1,45
	4,00	3,66	3,33	3,02	2,73	2,45	2,19	1,94
	5,00	4,57	4,17	3,78	3,41	3,06	2,73	2,42
	6,00	5,49	5,00	4,54	4,09	3,67	3,28	2,90
	7,00	6,40	5,84	5,29	4,78	4,29	3,82	3,39
	8,00	7,32	6,67	6,05	5,46	4,90	4,37	3,87
	9,00	8,23	7,50	6,81	6,14	5,51	4,92	4,36

мощности прямо пропорциональная квадрату напряжения в электросети:

$$P_1 = [U_1^2 P] / U^2, \quad (1.2)$$

где  $P_1$  и  $U_1$  — значения мощности [Вт] и напряжения [В] в квартире, где предполагается установить «проточник», а  $P$  и  $U$  — мощность [Вт] и напряжения [В], указанные в документации производителя. В табл. 1 указаны значения мощности при пониженном по сравнению с европейским стандартом напряжении.

Если выбранный проточный водонагреватель — электронный, пониженное напряжение, как и его перепады, сокращает ресурс работы находящихся в приборе блоков питания, т.к. в таком режиме они работают с перегрузкой. К нестабильному напряжению также весьма чувствительна вся электронная начинка «проточника» — начинает неправильно интерпретировать показания датчиков, теряет введенные в память данные, при сильных скачках сгорает. Если же «проточник» гидравлический, пониженное напряжение и его перепады ему не страшны.

Для предотвращения описанных проблем достаточно установить стабилизатор напряжения сети — аппарат, который включается между «скачущей» сетью и потребителем электроэнергии (в данном случае, проточным водонагревателем), позволяя поддерживать в электрической сети уровень напряжения в 220 В и защищая прибор от перенапряжения, высоковольтных импульсов, бросков и «просадок» напряжения.

## 2. Возможности электроснабжения

Теперь немного о предельно допустимой мощности проточного водонагревателя. Распространенное мнение о том, что во всех квартирах с электроплитами есть трехфазная сеть, неверно. Более того, те, кто думают, что к розетке электроплиты можно подключить однофазный «проточник» любой мощности, тоже немного ошибаются. Впрочем, отсутствие электроплиты

также не является основанием для отказа от возможности пользоваться проточным способом нагрева воды.

Розетки для электроплит в современных домах чаще всего предусмотрены однофазные, кабель к щитку тянется алюминиевый с площадью сечения 4 мм<sup>2</sup>, а на щитке установлен автомат защиты на рабочий ток 25 А. Сделано это в расчете на стандартную российскую плиту ЗВИ (которая иногда даже прилагается к квартире в новостройке),

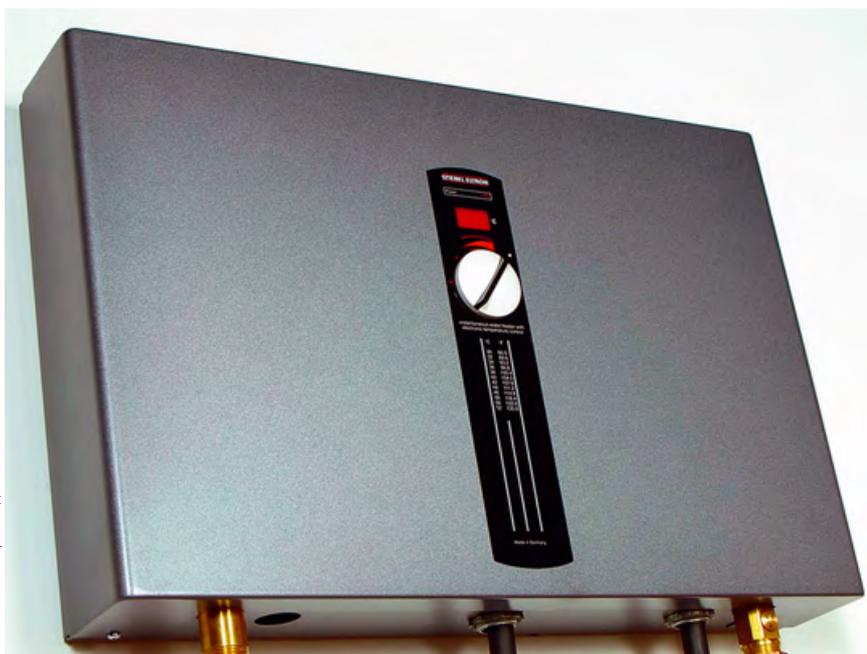
у которой по две конфорки мощностью 1,2 кВт и по две конфорки мощностью 1,6 кВт. Максимально допустимая мощность подключенного к такому 25-амперному автомату равна, как нетрудно посчитать, 5,5 кВт при напряжении 220 В. Кстати говоря, в некоторых случаях этого и достаточно, если правильно подойти к подбору подходящей модели. Например, на рынке существуют безнапорные спиральные «проточники» небольшой мощности, оснащенные сме-



www.worldwallpaper.com

<sup>1</sup> Формулы 1.1 и 1.2 подходят лишь для расчета мощности однофазных приборов!

Фото компании-производителя.



сителем с особым рассекателем, обеспечивающим достаточный для мытья рук напор даже при небольшом протоке.

Если же выяснится, что нужен прибор иной конструкции или помощнее, или имеющийся в распоряжении обитателей квартиры автомат рассчитан только на 16 А (так оно и бывает, когда в квартирах есть газовые плиты), то для использования проточного водонагревателя необходимо устанавливать отдельный автомат защиты и тянуть отдельный кабель — об этом можно договориться с обслуживающей дом организацией.

Кстати говоря, договориться можно сразу и о трехфазном кабеле: в дом ведь приходит трехфазный четырехжильный кабель (три фазы и нулевой провод), а квартиры подключаются на разные фазы.

Важно, чтобы работы по выделению и прокладке кабеля проводились квалифицированным специалистом: это поможет правильно выполнить все необходимые электроподключения и в случае неполадок в электросети избежать «перекоса фаз», который может возникнуть при неравномерном подключении потребителей к фазовым проводам источника трехфазного тока, при обрыве нулевого или одного из фазных проводов, при коротком замыкании одного из фазных проводов на нулевой провод. При стандартном соединении обмоток звездой и четырехпроводном питании потребителей (с нулевым проводом), и обрыве нулевого провода (например,

при его отгорании из-за сильной перегрузки по фазам, при коротких замыканиях, при плохом контакте в месте подключения проводника, при его обрыве в результате действия стихии, при краже нулевого проводника, при старой электропроводке, из-за ошибки обслуживающего персонала) в общей точке трехфазной сети формируется суммарный потенциал, определяемый сопротивлением нагрузки каждой из фаз, и фазовые напряжения распределяются между однофазными потребителями пропорционально их электрическому сопротивлению. Поэтому в самой ненагруженной фазе возрастет ток и, следовательно, напряжение.

В случае возникновения форс-мажорной ситуации водонагреватель как источник повышенной мощности может вызвать скачок напряжения у соседей, использующих маломощные приборы.

Аналогичная ситуация возникает при коротком замыкании фазного провода на нулевой: в этом случае, если не сработает защита от коротких замыканий, напряжение между оставшимися фазами и нулевым проводом также увеличится. Правда, в городских условиях такое неблагоприятное стечение обстоятельств возможно разве что в газифицированных домах со слабыми электросетями или малоэтажных зданиях с небольшим общим числом потребителей. Если же будет выбран и смонтирован трехфазный прибор, описанного явления по вине проточного водонагревателя не может возникнуть в принципе, т.к. вся нагрузка в этом случае распределится на три фазы равномерно.

### 3. Потребность в водоснабжении

Давайте отвлечемся от возможностей электросети и рассмотрим потребности обитателей квартиры в количестве нагретой воды, чтобы понять, какой мощности должен быть проточник. Расчеты производятся по общим формулам:

$$Q = c m \Delta t, \quad (3.1)$$

где  $Q$  — энергия, которую необходимо затратить для нагрева во-



Фото компании-производителя.

ды, Дж;  $c$  — удельная теплоемкость воды, которая при 10°C равна 4,192 кДж/(кг·°C);  $m$  — масса нагреваемой воды, кг;  $\Delta t$  — разница температур нагретой и нагреваемой воды, °C. Для простоты расчетов допустим, что удельная теплоемкость воды  $c$  равна приблизительно 4,2 кДж/(кг·°C), а масса воды  $m$  численно равна ее объему  $V$  в литрах ( $m = \rho V$ , где  $\rho$  — плотность воды, которая при 10°C равна 0,99973 г/см<sup>3</sup>)

$$P = Q/\tau, \quad (3.2)$$

где  $P$  — требуемая мощность [кВт] для нагрева данного объема воды на указанную разницу температур,  $\tau$  — время нагрева, с.

Расчетные данные таковы: для обычного смесителя приемлемый минимальный проток равен 4 л/мин, для душа — 6 л/мин, комфортная температура для теплой воды составляет 38–41°C (душ) или 50°C (мытьё посуды). Допустим, что водонагреватель требуется в квартире на время легкого профилактического отключения горячей воды, и работать одновременно будет только одна водоразборная точка (либо душ, либо умывальник, либо кухонная мойка). Температура холодной воды в водопроводной сети, согласно нормативам, в неотапливаемый период должна быть равна 15°C. На деле же бывает, что летняя температура мало отличается от зимней и не превышает 7°C. Поэтому, если замеры температуры летней воды в квартире не проводились, лучше для подстраховки взять значение 10°C.

В результате несложных расчетов по формулам (3.1)–(3.2) получаем, что требуемая мощность нагрева для удовлетворения потребностей клиента и приближения к уровню комфортности централизованного горячего водоснабжения должна быть не менее

$$4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C}) \times 6 \text{ л} \times 30^\circ\text{C}/60 \text{ с} = 12600 \text{ Вт}$$

(исходные данные: душ 6 л/мин, температура холодной воды 10°C, температура нагретой воды 40°C).

В нашем примере получилось, что однофазный проточный водонагреватель клиенту не подходит, поскольку максимально возможная мощность таких приборов не

превышает 9 кВт. Но если удастся снизить проток (это единственный показатель, который в данном случае возможно изменить), например, использовать специальную душевую насадку с узкими отверстиями, позволяющими компенсировать напор при уменьшении протока, для душа хватит и 4 л/мин, а значит, и требуемая мощность составит

$$4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C}) \times 4 \text{ л} \times 30^\circ\text{C}/60 \text{ с} = 8400 \text{ Вт}$$

(исходные данные: душ 4 л/мин, температура холодной воды 10°C, температура нагретой воды 40°C).

Особенно сильно снизить проток может и не получиться, т.к. при определенном значении протока водонагреватель просто выключится (это значение можно узнать из технической документации к прибору).



Фото компании-производителя.

Следует также учесть, что, если водонагреватель не подключен непосредственно к смесителю, а смонтирован на стояке, то будут дополнительные потери тепла при прохождении нагретой воды по трубам до водоразборной точки.

Поэтому неплохим решением с точки зрения экономии электроэнергии является установка нескольких приборов (по «проточнику» на каждую из водоразборных точек).

Этот же вариант будет оптимальным и при отсутствии в доме лишней мощности (ветхие электросети, газовые плиты, просчеты энергетиков при строительстве), когда приходится соразмерять свои потребности с объемом свободной энергии.

Здесь уместно рассеять бытующее заблуждение об энергетической «прожорливости» электрических проточных приборов. Ничего подобного! На нагрев, допустим, 100 л воды от 10°C до 40°C — см. формулу (3.1) — нужно затратить 12,6 МДж энергии, а мощность нагревающего элемента лишь определяет скорость нагрева — см. формулу (3.2). Водонагреватель мощностью 8 кВт нагреет этот объем за 26 мин (скорость нагрева — 3,8 л/мин), а водонагреватель мощностью 2 кВт — за 105 мин (скорость нагрева 1,05 л/мин). Счет же за электричество придет в обоих случаях одинаковый, потому что энергетики измеряют не киловатты, а киловатт-часы (соотношение между джоулем и ватт-часом таково: 1 Дж = 0,00027778 Вт·ч). Более того, накопитель в целом потратит больше энергии, ведь ему еще надо поддерживать температуру нагретой воды на заданном уровне.



www.worldwallpaper.com

#### 4. Реалии водоснабжения

А теперь поговорим о параметрах нагреваемой воды, т.е. воды, которую мы получаем из водопроводной сети. Вода подается под определенным давлением, которое может превышать максимально допустимое для выбранного прибора. Если давление водопроводной воды в квартире больше рекомендуемого производителем «проточника», то рекомендуется поставить на холодную воду редуктор давления. Это продлит срок службы не только водонагревателю, но и прочим установленным в квартире сантехническим приборам. Если в водопроводной сети имеют место колебания протока воды, то рекомендуется «проточник» с электронным управлением: он умеет самостоятельно регулировать свою мощность в зависимости расхода воды. Из гидравлических проточных водонагревателей справиться с проблемой могут лишь модели с системой поддержания стабильного протока.

Еще одним важным параметром, оказывающим влияние на функционирование проточных водонагревателей, является химический состав воды. В зависимости от типа нагревательного элемента выделяют две основные проблемы.

##### 4.1. Нагревательный элемент — ТЭН, проблема — жесткость воды

Колба, в который расположен ТЭН, очень маленькая, поэтому отложение солей жесткости (карбонаты кальция и магния) могут забивать ее, приводя к перегреву нагревательного элемента. Скорость образования накипи, правда, не так высока, как в водонагревателях накопительного типа ввиду более низкой температуры нагрева. Однако, накипь образуется не только в горячей воде — так, растворимость карбоната кальция в воде при температуре, допустим, 25 °С равна 0,053 г/л, карбоната магния — 0,223 г/л.

Содержание указанных соединений сверх этих значений потенциально могут образовывать отложения, как мы видим, даже в достаточно холодной воде. А поскольку вода в муниципальных системах водоснабжения традиционно отличается повышенной жесткостью, то принятые меры по снижению жесткости никогда не будут лишними. Тем более, что это параллельно приведет к увеличению сроков службы бытовой техники (стиральные и посудомоечные машины, чайник), отсутствию разводов на сантехнике, уменьшению рас-

хода стирального порошка и моющих средств. Возможны четыре варианта решения проблемы повышенной жесткости воды.

**4.1.1. Полное или частичное обессоливание воды методом обратного осмоса.** Метод заключается в фильтрации воды через полупроницаемые поры размером порядка  $10^{-7}$  м под давлением. Селективность таких мембран составляет 96–99,5% (они задерживают 96–99,5% всех растворенных солей). Ввиду высокой дороговизны таких установок можно поставить систему частичного обессоливания: поток воды разветвляется байпасным вентилем. Первая часть потока никак не очищается, а вторая пропускается через систему обратного осмоса. На входе и выходе из системы ставятся TDS-метры, которые измеряют общее содержание воды. Для достижения нужного результата долю очищенной воды увеличивают или уменьшают.

**4.1.2. Умягчение воды методом натрий-катионирования,** т.е. замена нерастворимых в воде ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  на ионы  $\text{Na}^+$  посредством фильтрования исходной воды через слой ионообменной смолы. Регенерация ионообменной смолы производится поваренной солью. Подключение установки умягчения к трубопроводу исходной воды производится через обводную линию (байпас), оборудованную запорной арматурой, позволяющей при необходимости подавать потребителю исходную воду. Производительность таких установок весьма разнообразна (от 10 л/ч до 10 м<sup>3</sup>/ч) и зависит от двух параметров: диаметра корпуса фильтра и объема смолы. В погоне за уменьшением габаритов установки следует, однако, помнить, что уменьшение объема смолы ведет к учащению необходимости ее регенерации.

При расчетах удобно пользоваться следующей зависимостью: 1 л смолы с емкостью 1 экв÷л убирает 1 ед. жесткости у 1000 л воды. Наиболее компактный для квартиры вариант — это стандартная колба с картриджом, монтируемая на трубу. В картридж засыпается ионообменная смола. Однако следует помнить, что объем смолы, который помещается в картридж стандартной колбы, равен 1 л. То есть после умягчения 1000 л воды на 1 ед. жесткости требуется регенерация либо перезагрузка смолы. На практике приходится умягчать воду по крайней мере на 2–4 ед., а это значит, что ре-

генерация (перезагрузка) требуется уже после 250–500 л. Поэтому, если позволяет место, лучше остановить свой выбор на более долгоиграющем варианте — установке микрокабинете с минимальными габаритами 70×52×33,5 см.

**4.1.3. Насыщение воды полифосфатом натрия.** Наличие ионных и ковалентных связей в полифосфатах обуславливает их способность образовывать растворимые комплексы с ионами металлов, предотвращая выпадение труднорастворимых соединений polyvalentных катионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{n2+}$ ), а также пептизировать (расщеплять) осадки этих же катионов. Полифосфат представляет собой прозрачные кристаллы неправильной формы. По мере прохождения через него жесткой воды кристаллы растворяются, обеспечивая надежную защиту нагревательного элемента. Для реализации этого метода используют специальные фильтры, разработанные для непосредственного подключения в систему коммунально-бытового водоснабжения. Действие фильтра основано на эффекте сопла Вентури: подсосывание насыщенного раствора полифосфата из колбы происходит пропорционально потоку воды, протекающему через верхнюю часть фильтра. Для контроля уровня полифосфата колба фильтра выполнена из прозрачного пластика. Недостатком данного метода является то, что полученная в результате обработки полифосфатом вода классифицируется как техническая, т.е. она может использоваться для душа, стиральных и посудомоечных машин. Но насколько она подходит для употребления в пищу — неизвестно. Поэтому для питьевых целей обычно устанавливают отдельный кран со своей водоочистойкой.

**4.1.4. Безреагентное умягчение воды — магнитное воздействие.** Данный метод не снижает жесткость воды, а предотвращает образование карбонатных отложений. В основе технологии обработки воды положен принцип изменения формы кристалла карбоната кальция под действием электромаг-



нитных волн звукового диапазона. Эти постоянно меняющиеся волны приводят к изменениям кристаллической структуры солей, образующих накипь. Изменения достигаются дестабилизацией ионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и карбонат-ионов ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), которые объединяются при нагревании, образуя хрупкую кристаллическую структуру, не способную прилипнуть к ТЭНу и стенкам нагревательной колбы.

#### 4.2. Нагревательный элемент — неизолированная спираль, проблема — высокая минерализация воды

Водонагреватели со спиральным нагревательным элементом могут использоваться при любой жесткости воды: при нагревании и остывании проволока деформируется, слои накипи на ней дают трещины, отваливаются и смываются. Но здесь имеет большее значение общая минерализация воды. Растворенные в воде ионы, являясь заряженными частицами, могут проводить электричество: чем больше в воде ионов, тем выше в ней содержание растворимых веществ и тем выше ее электропроводность и, соответственно, ниже сопротивление. Так как у материала спирали тоже есть сопротивление, очевидно, что ток пойдет по тому пути,

где сопротивление будет меньше. Поэтому для того, чтобы исключить пробой между витками спирали, что приведет к ее перегоранию, а также предотвратить утечку тока по воде, необходимо, чтобы сопротивление воды было больше, чем сопротивление материала спирали. А электропроводность воды (величина, обратная сопротивлению), соответственно, меньше, чем электропроводность спирали. Исходя из этого, производители спиральных проточников всегда указывают допустимые величины удельного сопротивления воды  $\rho$  в Ом·м (нем. — *spez. Wasserwiderstand*, англ. — *spec. water resistance*) при определенной температуре и удельной электропроводности  $\lambda$  в См/м<sup>2</sup> (нем. — *spez. elektrische Leitfaehigkeit*, англ. — *spec. electrical conductivity*).

Эти данные рекомендуется узнавать у предприятия, отпускающего воду. Электропроводность также можно измерить специальным прибором — кондуктометром (они продаются, например, в зоомагазинах — их используют при разведении рыб для определения параметров воды в аквариумах). Для приблизительной оценки электропроводности и сопротивления можно использовать результаты анализа водопроводной воды, а точнее, показатель «общая минерализация» (англ. — *TDS: total dissolved solids*) — суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ (этот параметр также называют общим содержанием, т.к. растворенные в воде вещества как правило находятся именно в виде солей). Если общий анализ воды не делался, солесодержание можно измерить портативным TDS-метром.

Эмпирическое соотношение выражено в формуле:

$$TDS [\text{мг/л}] = 0,65 \lambda [\text{мкСм/см}], \quad (4.1)$$

т.е. величина электропроводности, умноженная на коэффициент 0,65, численно равна солесодержанию<sup>3</sup>. Отсюда, если солесодержание TDS известно из анализа воды, удельное сопротивление можно вычислить по формулам:

$$\rho [\text{Ом}\cdot\text{м}] = 6500/TDS [\text{мг/л}], \quad \text{или} \quad (4.2)$$

$$\rho [\text{Ом}\cdot\text{см}] = \frac{6500 \times 100}{TDS} [\text{мг/л}]. \quad (4.3)$$

Электропроводность вычисляется по следующим формулам:

$$\lambda [\text{См/м}] = TDS [\text{мг/л}]/6500, \quad \text{или} \quad (4.4)$$

$$\lambda [\text{мСм/м}] = TDS [\text{мг/л}]/6,5. \quad (4.5)$$

Если модель проточного водонагревателя уже выбрана, можно взять из его инструкции указанные производителем

пиковые значения удельного сопротивления и удельной электропроводности, чтобы найти предельно допустимое солесодержание водопроводной воды. Очень важно не запутаться в порядках чисел, если данные указаны в милли- и микроединицах. Предположим, в инструкции написано:  $\rho \geq 1300 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ ,  $\lambda \leq 76 \text{ мСм/м}$ . Тогда:

□ если считать по сопротивлению (см. формулу 4.3):

$$TDS [\text{мг/л}] = 6500 \times 100 / \rho [\text{Ом}\cdot\text{см}] = 6500 \times 100 / 1300 = 500 \text{ мг/л};$$

□ если считать по электропроводности (см. формулу 4.5):

$$TDS [\text{мг/л}] = \lambda [\text{мСм/м}] \times 6,5 = 76 \times 6,5 = 494 \text{ мг/л}.$$

Результаты по одной и другой формулам должны получиться примерно одинаковые. То есть такой «проточник» не подойдет для воды с общей минерализацией более 500 мг/л. Следует заметить, что, согласно нормативу СанПиН 2.1.4.1074–01, предельное солесодержание не должно превышать 1000 мг/л. Иначе говоря, вода может соответствовать нормативам качества, но не подходит для использования с конкретной моделью прибора. С другой стороны, даже значение 500 мг/л встречается нечасто. Например, согласно замерам МГУП «Мосводоканал», общее содержание солей в питьевой воде в распределительной сети г. Москвы в 2006 г. составляло 127–334 мг/л.

Если же превышения все же имеют место, уменьшить общую минерализацию можно несколькими способами, из которых для решения проблемы в рамках водоснабжения отдельной квартиры подходит, пожалуй, только система обратного осмоса, описанная в п. 4.1.1. □

<sup>2</sup> См/м — это сименс (единица измерения электропроводности) на 1 м слоя воды.

<sup>3</sup> Величина этого коэффициента колеблется в зависимости от типа вод в диапазоне 0,53–0,75 — так, растворы хлористого натрия проводят ток лучше:  $TDS_{\text{NaCl}} [\text{мг/л}] = 0,53 \lambda [\text{мкСм/см}]$ , или 1 мг/л NaCl обеспечивает электропроводность в 1,9 мкСм/см.



Фото компании-производителя.

# Пример гидравлического расчета горизонтальной однотрубной системы отопления с применением радиаторных узлов «ГЕРЦ-3000»

Схема горизонтальной системы отопления с применением распределителей выполняется, как правило, в виде отдельных схем — схемы системы теплоснабжения распределителей и схемы систем отопления от распределителей. В настоящем примере рассмотрим однотрубную систему водяного отопления двухэтажного индивидуального жилого дома при теплоснабжении от встроенной топочной.

**Автор** В.В. ПОКОТИЛОВ, кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция» БНТУ

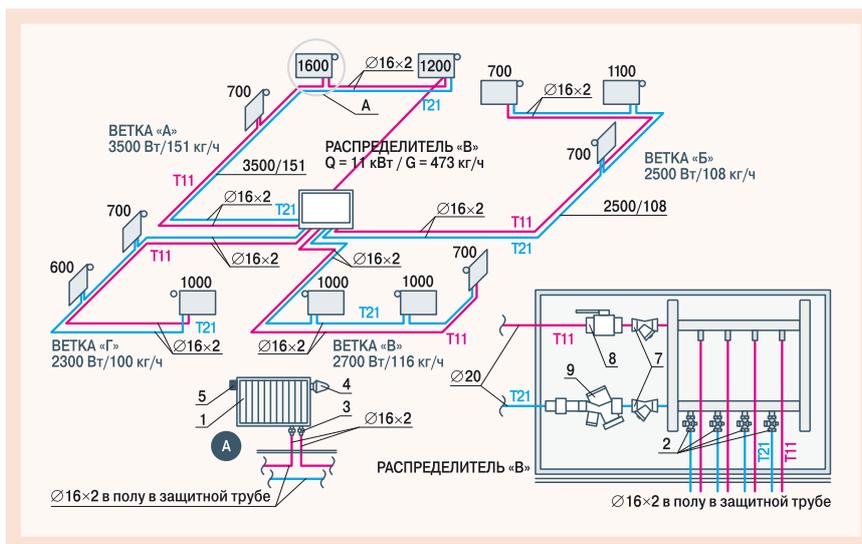
### Исходные данные

Расчетная суммарная тепловая нагрузка системы отопления:  $Q_{зд} = 36$  кВт; параметры теплоносителя системы отопления  $t_r = 80^\circ\text{C}$ ,  $t_o = 60^\circ\text{C}$ ,  $V_{co} = 1,55$  м<sup>3</sup>/ч, потери давления системы теплоснабжения распределителей  $\sum \Delta p_{уч.ст} = 11,3$  кПа (см. журнал «С.О.К.», №8/2008).

Для проектируемой однотрубной системы отопления следует принять к установке насос с постоянной скоростью вращения. Для подбора циркуляционного насоса необходимо определить требуемые значения подачи  $V_H$  [м<sup>3</sup>/ч] и напора  $p_H$  [кПа, или м водн. ст.]. Подача насоса соответствует расчетному расходу в системе отопления  $V_H = V_{co} = 1,55$  м<sup>3</sup>/ч.

Требуемый напор циркуляционного насоса  $p_H$ , равный расчетным потерям давления системы отопления  $\Delta p_{co}$ , следует определить как сумму:

- потерь давления системы теплоснабжения распределителей ( $\sum \Delta p_{уч.ст}$ ) = 11,3 кПа;



**Рис. 7.11.** Схема системы отопления от распределителя «В», деталь «А» и распределитель «В» (1 — радиатор Vonova с нижней подводкой; 2 — вентиль балансировочный «Герц-RL-5» [проходной, арт. 1393711]; 3 — узел подключения «Герц-3000» с байпасом и заводской настройкой коэффициента затекания  $\alpha = 0,4$  [арт. 1306602]; 4 — головка термостатическая «Герц»; 5 — воздухоотводчик радиаторный; 6 — набор из двух распределителей «Герц» с четырьмя отводами; 7 — фильтр «Герц» [Ø1",  $k_v = 11,7$  м<sup>3</sup>/ч, арт. 1411103]; 8 — кран шаровой [Ø1"]; 9 — регулятор расхода «Герц» [Ø1", 200-1500 л/ч, арт. 1400113]; 10 — шкаф распределительный «Герц» [ширина 600 мм, арт. 1856910])

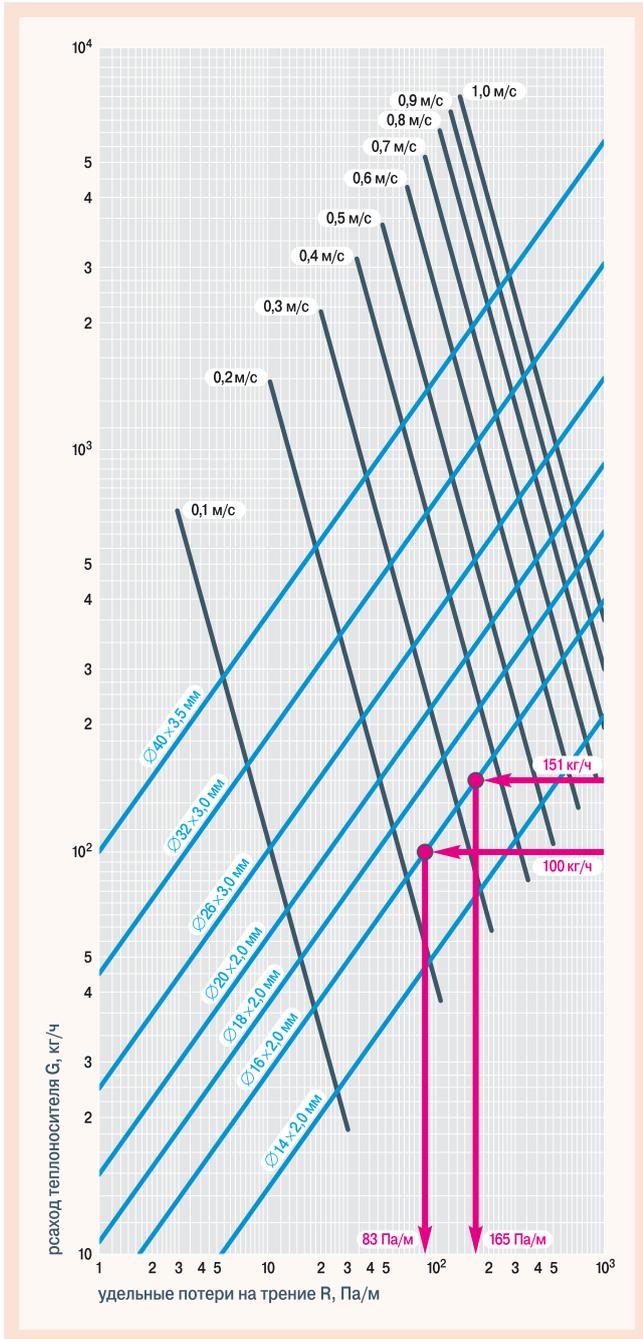


Рис. 7.12. Пример определения параметров  $p_y$  [мм] и  $R$  [Па/м] для ветки «А» ( $G = 151$  кг/ч) и для ветки «Г» ( $G_{уч} = 100$  кг/ч) по номограмме гидравлического расчета трубопроводов водяного отопления из металлополимерных труб при  $k_{ст} = 0,007$  мм

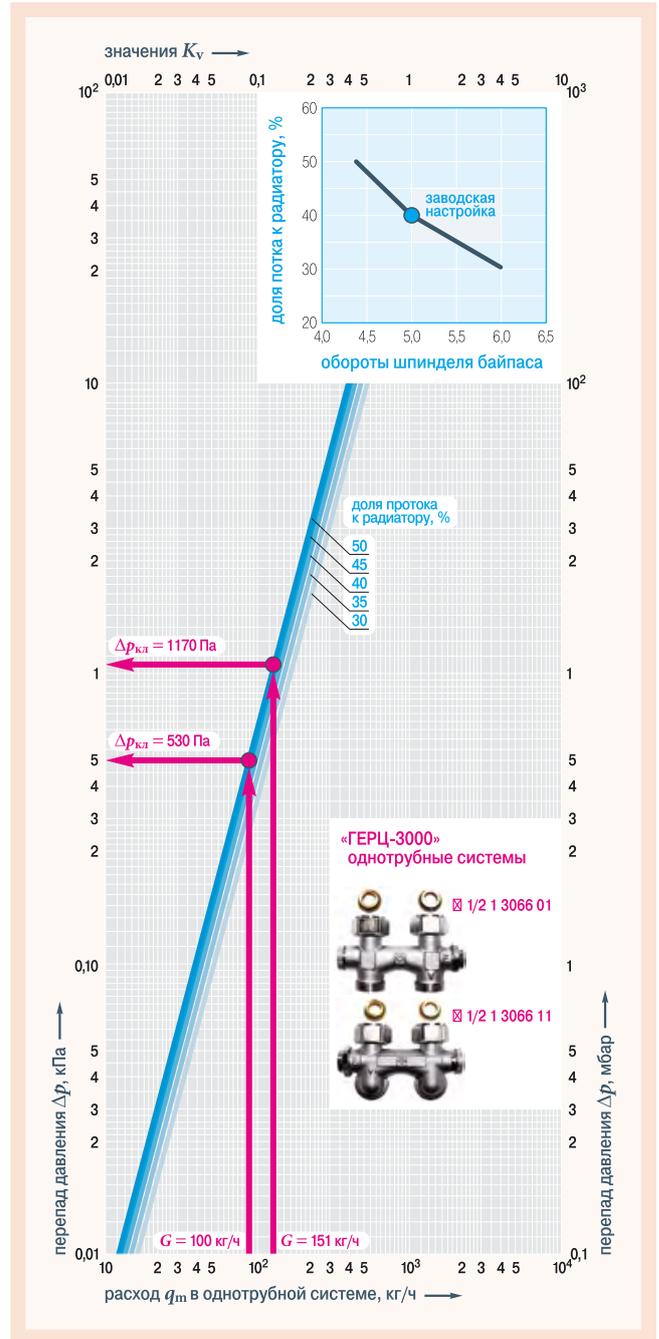


Рис. 7.13. Пример определения  $\Delta p_{кл1}$  при заводской настройке коэффициента затекания  $\alpha = 0,4$  клапана «Герц-3000» (однотрубные системы) для ветки «А» (151 кг/ч) и для ветки «Г» (100 кг/ч) по номограмме гидравлического расчета трубопроводов

□ потерь давления системы отопления от распределителей  $\sum \Delta p_{уч.от}$  (между распределителем и отопительными приборами) и потерь давления в распределителе  $\Delta p_{распр}$ , а именно:

$$p_n = \Delta p_{со} = (\sum \Delta p_{уч.ст}) + (\sum \Delta p_{уч.от}) + (\Delta p_{распр}).$$

Схема однотрубной системы отопления от наиболее нагруженного распределителя «В» приведена на рис. 7.11. На схеме рис. 7.11 тепловые нагрузки помещений  $Q_4$  распределены по отопительным приборам.

Для определения  $\sum \Delta p_{уч.от}$  выделим основное расчетное циркуляционное кольцо. Количество циркуляционных колец на рис. 7.11 соответствует количеству веток, обозначенных буквами «А», «Б», «В», «Г». Из этих четырех циркуляционных колец в качестве основного выбираем расчетное циркуляционное кольцо через наиболее нагруженную ветку «А».

Гидравлический расчет выполняем, задаваясь скоростью движения теплоносителя.

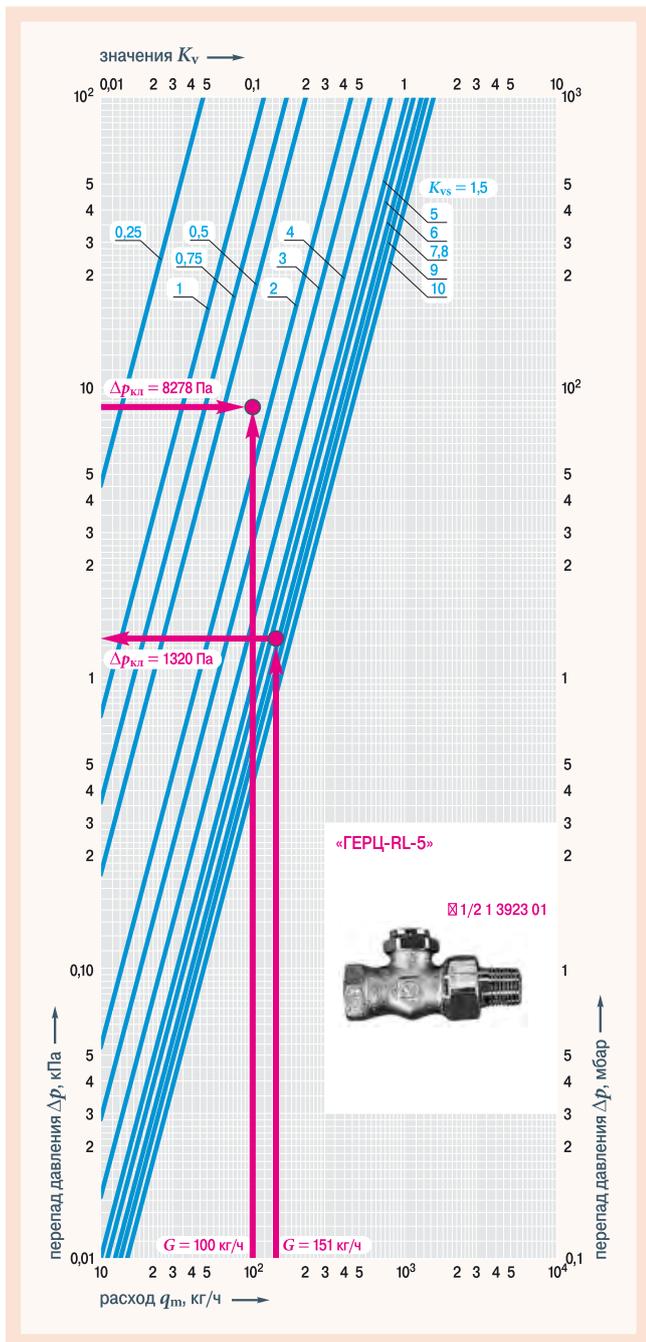
Диаметры всех участков трубопроводов  $d_y$  [мм] подбираем с помощью номограммы для металлополимерных труб. Характер пользования номограммой показан на рис. 7.12 на примере веток «А» и «Г».

При прокладке трубопроводов между последовательно соединенными отопительными приборами допускается учитывать потери давления на местные сопротивления в виде долевого соотношения от потерь давления на трение, например  $Z \approx 0,3R_{лч}$ .

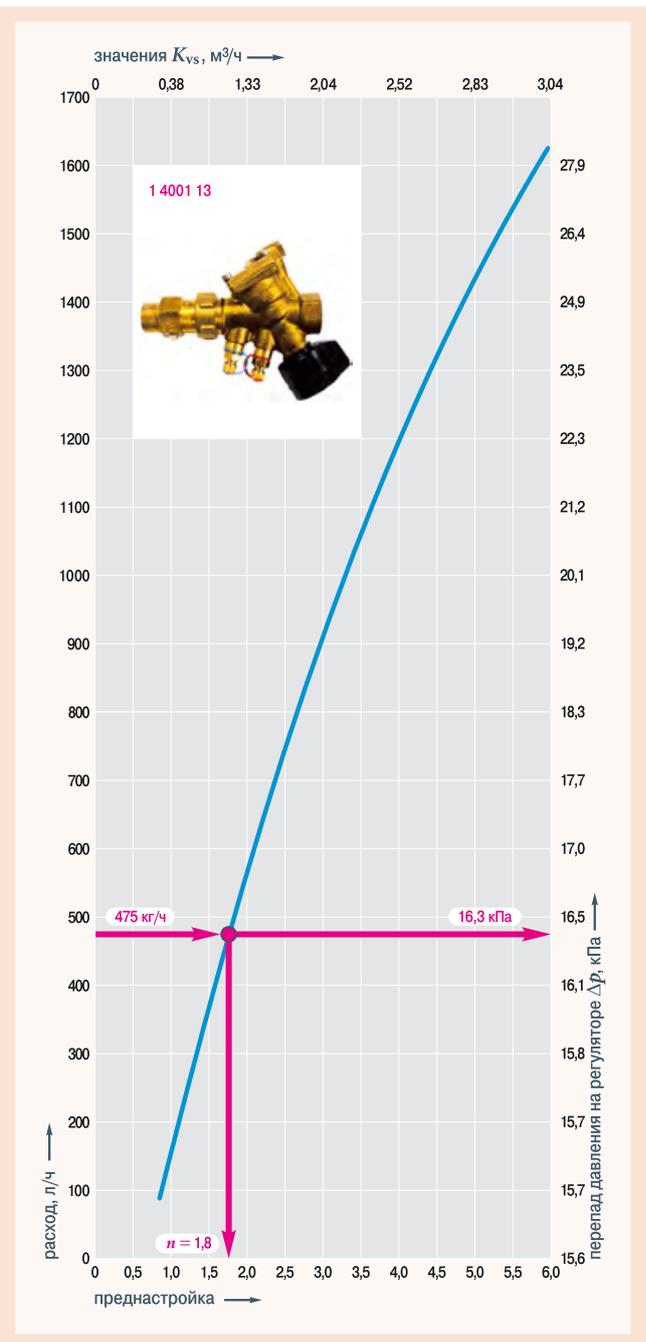
■ Расчет системы отопления от распределителя «В» (рис. 7.11)

табл. 7.4

Наим. ветки	$Q_t$ , Вт	$G_{уч}$ , кг/ч	$l_{уч}$ , м	$d_y$ , мм	$R$ , Па/м	$\sum p_{уч} = 1,3 R l_{уч}$ , Па	$N$ , шт	$\Delta p_{кл1}$ , Па	$N \Delta p_{кл1}$ , Па	$(\Delta p_{кл2})_{треб}$ , Па ( $n$ )	$\sum \Delta p_{уч.от}$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>А</b>	3500	151	32	16×2	165	6864	3	1170	3510	1320 ( $n = 7,0$ задались)	11694
$\sum p_{распр.Б} = \sum \Delta p_{уч.от.А} = 11694$ Па; $(\Delta p_{кл2})_{треб} = 11694 - 3744 - 1800 = 6150$ Па											
<b>Б</b>	2500	108	36	16×2	104	3744	3	600	1800	6150 ( $n = 1,9$ )	–
$\sum p_{распр.В} = \sum \Delta p_{уч.от.А} = 11694$ Па; $(\Delta p_{кл2})_{треб} = 11694 - 2860 - 1950 = 6884$ Па											
<b>В</b>	2700	116	26	16×2	110	2860	3	650	1950	6884 ( $n = 2,0$ )	–
$\sum p_{распр.Г} = \sum \Delta p_{уч.от.А} = 11694$ Па; $(\Delta p_{кл2})_{треб} = 11694 - 1826 - 1590 = 8278$ Па											
<b>Г</b>	2300	100	22	16×2	83	1826	3	530	1590	8278 ( $n = 1,6$ )	–



■ Рис. 7.14. Пример определения гидравлических характеристик балансового вентиля «Герц-RL-5» для ветки «А» ( $G = 151$  кг/ч) и для ветки «Г» ( $G = 100$  кг/ч) по номограмме гидравлического расчета трубопроводов водяного отопления



■ Рис. 7.15. Пример определения  $\Delta p_p$  для распределителя «В» (475 кг/ч) с помощью номограммы регулятора расхода «Герц» [Ø1", 200–1500 л/ч, арт. 1400113] по номограмме гидравлического расчета трубопроводов водяного отопления

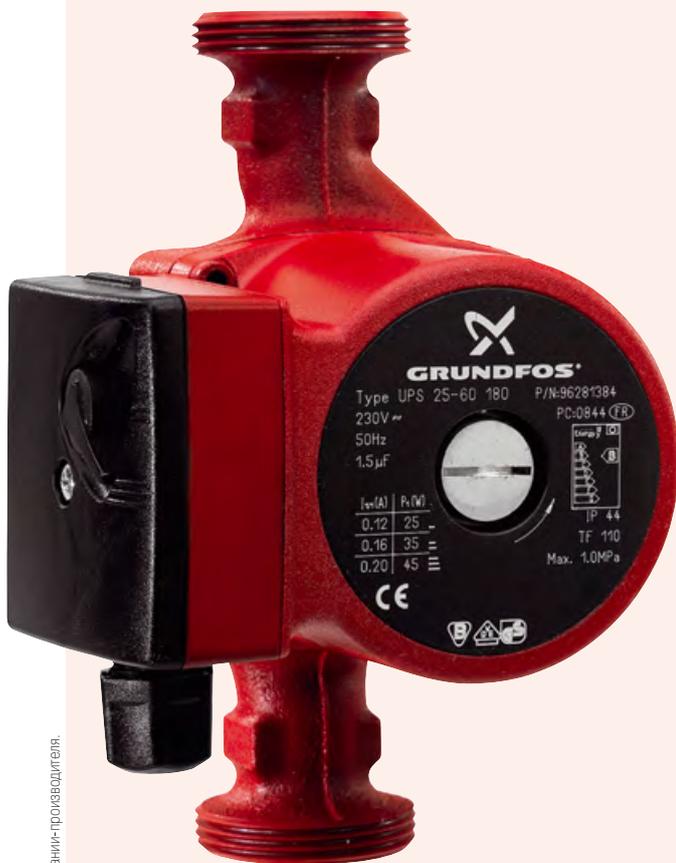
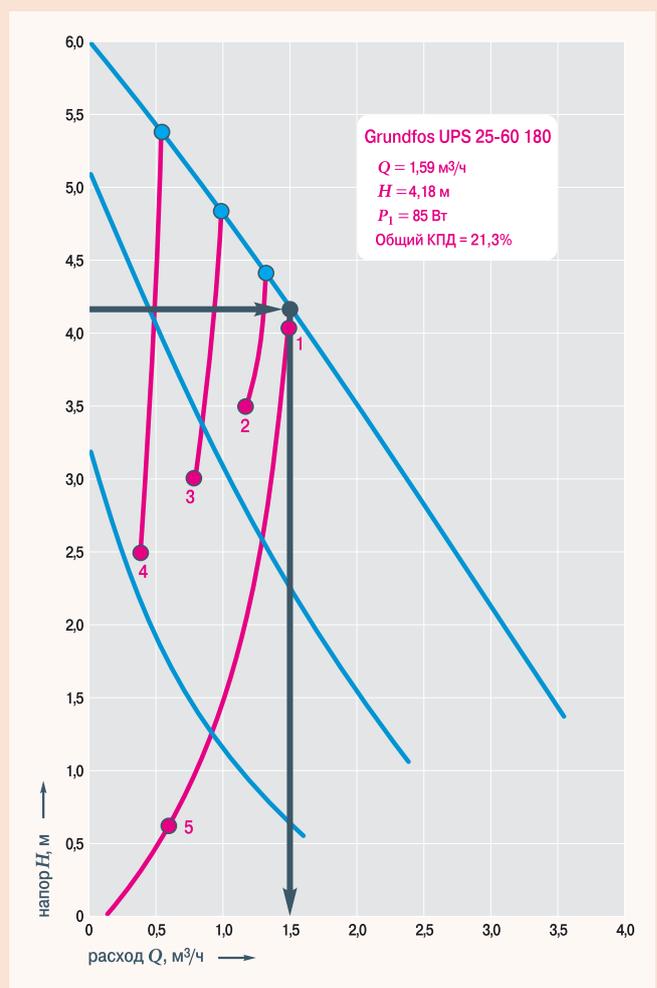


Фото компании-производителя



Тогда потери давления будем определять по выражению  $\Delta p_{уч} = 1,3RI_{уч}$ . По выражению (3.7) определяем расчетный расход теплоносителя

$$G_{уч} = \frac{0,86 Q_t}{(80 - 60)} = 0,043 Q_t.$$

В данном случае для встроенного радиаторного клапана рекомендуется применять встроенную боксу для радиаторов Vogel & Noot [арт. №1309398].

Гидравлический расчет выполняем в табл. 7.4. Клапаны «Герц-3000» (см. рис. 7.13) в количестве  $N$  [шт.] и вентиль балансировочный «Герц-RL-5» (рис. 7.14) совместно создают на «регулируемом участке» расчетного циркуляционного кольца суммарное сопротивление

$$(\sum \Delta p_{кл}) = N \Delta p_{кл1} + \Delta p_{кл2}.$$

Для основного расчетного циркуляционного кольца ветки «А» сопротивление  $\Delta p_{кл1}$  клапана «Герц-3000» определяется по его номограмме, показанной на рис. 7.13. Сопротивление  $\Delta p_{кл2}$  вентиля балансировочного «Герц-RL-5» задается с использованием его технической характеристики, показанной на рис. 7.14.

Для остальных веток «Б», «В» и «Г» предполагаемое давление  $\Delta p_{распр}$  принимается равным потерям давления ветки «А»  $\sum \Delta p_{уч}$  от «А». Потеря давления  $N$  клапанов «Герц-3000» определяется по вышеприведенной методике. Требуемая потеря давления  $(\Delta p_{кл2})_{треб}$  балансового клапана «Герц-RL-5» определяется как разность:

$$(\Delta p_{кл2})_{треб} = \Delta p_{распр} - \Delta p_{уч} - N \Delta p_{кл1}.$$

По требуемой величине  $(\Delta p_{кл2})_{треб}$  и расходу теплоносителя на ветке  $G_{уч}$  с помощью номограммы рис. 7.14 определяем требуемые значения  $N$  гидравлической настройки клапанов «Герц-RL-5», установленных в шкафу распределителя «В» (рис. 7.11).

Потери давления в распределителе  $\Delta p_{распр}$  включают потери давления в двух фильтрах «Герц» [ $\varnothing 1''$ ,  $k_v = 11,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ ] и потери давления в регуляторе расхода «Герц» [ $\varnothing 1''$ , арт. 1400113]:

$$\Delta p_{распр} = 2p_{фильтр} + \Delta p_p.$$

Потери давления в двух фильтрах

$$2\Delta p_{фильтр} = 2 \times 0,1 \times \left( \frac{473}{11,7} \right)^2 = 327 \text{ Па}.$$

Фильтры предназначены для разделения сети металлополимерных трубопроводов и сети стальных труб. При использовании медных труб (вместо стальных) для системы теплоснабжения распределителей фильтры можно не использовать. Потери давления в регуляторе расхода «Герц» [ $\varnothing 1''$ , арт. 1400113] определяем по номограмме, показанной на рис. 7.15. Потери давления в регуляторе расхода  $\Delta p_p = 16300 \text{ Па}$ , значение гидравлической настройки регулятора  $n = 1,8$ . Таким образом, потери давления в распределителе равны:

$$\Delta p = 327 + 16300 = 16627 \text{ Па}.$$

Для подбора циркуляционного насоса определим требуемый напор насоса:

$$p = \Delta p = \sum \Delta p + \sum \Delta p + \Delta p = 11300 + 11694 + 16627 = 39621 \text{ Па (4,0 м водн. ст.)}.$$

Подберем циркуляционный насос с постоянной скоростью вращения ротора на следующие исходные данные. Подача  $V_H = V_{co} = 1,55 \text{ м}^3/\text{ч}$ , тогда напор будет равен  $p_H = 4,0 \text{ м водн. ст.}$  Таким исходным условиям соответствует насос фирмы Grundfos марки UPS 25-60. □



■ Тепловой насос Stiebel Eltron

Фото компании-производителя.

## Тепловые насосы для водяных систем отопления и горячего водоснабжения

Люди издавна пытались заполучить энергию из окружающей среды для обеспечения своих нужд. Для этого они красили крыши домов черной краской, аккумулирующей солнечную энергию и нагревающей дом, что позволяло снизить мощность основного (например, печного) отопления. Можно вспомнить установленные на многих дачных участках «летние души» — черные бочки с краном и душевой насадкой. Вода в бочках в летний период совершенно бесплатно нагревалась до вполне сносной температуры — в жарких странах с круглогодичной высокой температурой воздуха (например, в Египте) такой способ предварительного нагрева воды применяется повсеместно даже в многоквартирных домах. Если говорить о геотермальном потенциале, то нельзя не упомянуть саму возможность потребления в зимний период колодезной воды, что свидетельствует о значительно более высокой температуре внутри колодца — вода ведь не замерзла — по сравнению с земной поверхностью, где лежит снег, и воздухом, остывающим до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Тепловой насос является логическим продолжением идеи получения тепла из окружающей среды и конструктивным развитием холодильника.

Автор Людмила МИЛОВА

Многие годы, когда традиционное топливо (нефть, газ, дрова, электричество) имело относительно невысокую стоимость, использование тепловых насосов, за исключением редких случаев, было экономически невыгодным. Современный рост цен на энергоносители заставил производителей пересмотреть свои взгляды на этот вопрос. В настоящее время ведущие мировые компании включили в свой ассортимент несколько видов тепловых насосов и предлагают

их наряду с традиционными отопительными котлами.

### Преимущества

Экономическая выгода от использования теплового насоса очевидна: он позволяет сократить затраты на отопление здания, нагрев воды и кондиционирование в 3–6 раз. Первоначальные затраты на организацию внешнего контура (согласно расчетам, проведенным компанией Stiebel Eltron, для теплового

насоса мощностью 13 кВт требуется около 2,5 тыс. евро на прокладку грунтового коллектора или 10 тыс. евро на бурение скважины для грунтового зонда), а также высокая стоимость оборудования (по сравнению с традиционными котлами) окупаются через 5–8 лет. При этом срок службы самого теплонасоса, по утверждению производителей, составляет не менее 20–25 лет. В среднем стоимость насо-

са и монтажа системы составляет 300–1200 евро/кВт необходимой мощности отопления.

К этому стоит также добавить необходимость согласования газового/дизельного котла в различных инстанциях, плата за врезку в газопровод или вкапывание топливного бака для солярки, прокладка дымохода, выделение отдельного помещения достаточного размера под котельную. В результате электрический тепловой насос может оказаться чуть ли не дешевле котельного варианта. По крайней мере, по количеству потраченных нервов и времени уж точно!

Не стоит забывать и об экологии. Используемая тепловыми насосами энергия в основном является экологически чистой и происходит из возобновляемых источников. То есть ее использование не наносит планете вреда. Даже в некотором смысле приносит пользу: в связи с угрозой глобального потепления, наверно, неплохо забрать некоторое количество тепла на собственные нужды и немного охладить уличный воздух. Такие рассуждения, конечно, не более чем шутка: ведь охлаждение одного лишь водного покрова Земли (морей и океанов) всего на 1 °С привело бы к выделению  $10^{24}$  Дж внутренней энергии, что в 100 000 000 раз больше всей энергии, вырабатываемой на земном шаре за год. Потенциальные возможности энергетики, основанной на использовании солнечного излучения, также чрезвычайно велики. Использование всего лишь 0,0125 % энергии Солнца могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а 0,5 % — полностью покрыть потребности на перспективу. Эти примеры показывают, насколько велик потенциал геотермальных, геотермальных, водных и прочих возобновляемых природных ресурсов.

При использовании тепловых насосов выбросы парниковых газов в атмосферу. Полностью исключить их пока не удастся, ведь для работы теплонасоса все равно необходимо электричество или газ. Но прогресс не стоит на месте, производители ведут интенсивные разра-



■ Тепловой насос Viessmann

Фото компании-производителя.

ботки когенерационных теплонасосных установок, уже сейчас выпускаются ветряки и метантенки для выработки электроэнергии, да и гидроэлектростанции пока никто не отменял.

Строительный бум в России привел к существованию больших негазифицированных районов со слабыми электросетями и недостаточным теплоснабжением, поскольку теплосети развиваются медленнее, чем идет строительство множества объектов.

При этом надо отдавать себе отчет, что в нынешних кризисных условиях развитие централизованных систем теплоснабжения будет ограничено из-за недостатка бюджетных средств, а существующий дисбаланс будет сохраняться. Ожидание прокладки газопровода может затянуться на несколько лет или даже десятилетий.

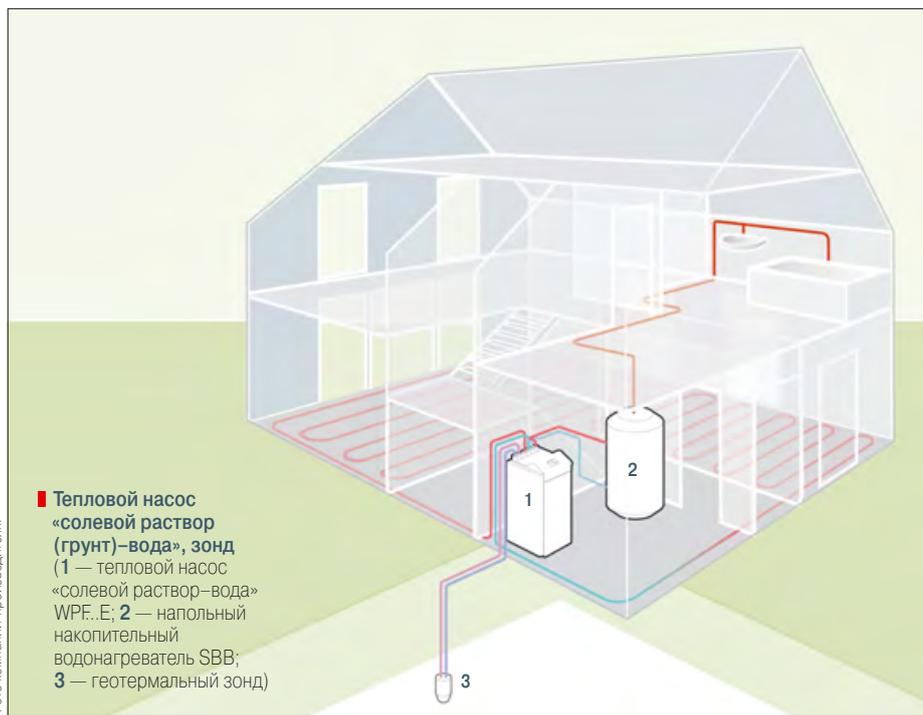
К тому же, не стоит забывать, что давление газа в российских сетях зачастую снижается в полтора-два раза по сравнению с европейской нормой, из-за чего импортный газовый котел может периодически отключаться. Установка же электрического котла достаточной производительности часто просто невозможна вследствие отсутствия свободной мощности в местной электросети.

Геотермальные же ресурсы, как и воздушные, распространены практически повсеместно в необходимом для отопления здания любого размера количестве.

К тому же, тепловые насосы практически взрыво- и пожаробезопасны. Нет топлива, нет открытого огня, опасных газов или смесей. Взрываться здесь просто нечему, нельзя также угореть или отравиться. Ни одна деталь не нагревается до температур, способных вызвать воспламенение горючих материалов. Остановки агрегата не приводят к его поломкам или замерзанию жидкостей. В сущности, тепловой насос опасен не более, чем холодильник.

Тепловой насос для отопительных систем состоит из обязательных внешнего и внутреннего контуров, отбирающих тепло из окружающей среды, а также из необязательных, но удобных дополнений: буферной емкости, в которой накапливается определенный объем нагретого теплоносителя, что позволяет теплонаосу удлинить цикл работы теплового насоса и избежать дефицита тепла; и бойлера косвенного нагрева для приготовления горячей санитарной воды. Теплонасосы бывают одно- и многоступенчатыми, их работой управляет гибкая погодозависимая автоматика.

Фото компании-производителя.



### Внешний контур

Установка теплонасоса, как и любого другого отопительного оборудования, требует тщательного расчета. Прежде всего, необходимо определить источник низкопотенциального тепла, наилучшим образом подходящий для конкретного здания. Это могут быть грунт (грунтовый зонд или коллектор), вода (скважина или водяной коллектор), воздух (наружный, вытяжка вентиляционных систем или непосредственно из помещения). Устройство отбора такого тепла называется внешним контуром.

### Грунтовые (геотермальные) зонды

По мере углубления в землю влияние сезонных колебаний температур уменьшается, и на глубине примерно 15–40 м находится зона постоянной температуры (около +10°C), которая поддерживается за счет поступления тепла из недр Земли. Для отбора этого тепла бурятся скважины, глубина и количество которых зависят от технических расчетов, основанных на структуре грунта в конкретной местности и от мощности отопительной установки. После чего скважина заполняется бетолирующим составом, обеспечивающим герметичное и долговременное сопряжение зонда с окружающими породами и гарантирующим хорошую теплопередачу. Сам геотермальный зонд представляет собой заполненную рассолом полиэтиленовую

трубу диаметром 25–40 мм с U-образной петлей в основании, реже используется коаксиальная конструкция (труба в трубе). По одной трубе остывший теплоноситель подается в скважину, по другой нагретый теплоноситель поднимается в испаритель внутреннего контура теплонасоса. Глубина скважины может достигать 150 м, но в некоторых регионах (например, Московская обл.) целесообразно бурение нескольких более

мелких скважин (обычно до 30 м), на которые не требуется получение «Лицензии на право пользования недрами и разрешение на бурение скважины». В роли «рассола», как правило, выступает тридцати-процентный водный раствор этиленгликоля или пропиленгликоля.

### Грунтовые коллекторы

Грунтовый коллектор представляет собой длинную трубу (петлю), горизонтально уложенную под слоем грунта чуть ниже глубины промерзания или даже на глубине промерзания (от 1 до 2 м). Схема раскладки петли — змейка, спираль, лесенка и др. — определяется теплопроводностью грунта и геометрией участка. Шаг укладки выбирается в зависимости от условий, но обычно не должен быть менее 0,6 м. Площадку, на которой уложена труба, можно использовать только под газон или однолетние цветы, кусты и деревья на ней сажать нельзя: они могут повредить трубу. Кроме того, желательно, чтобы площадка была хорошо освещена солнцем — это позволит значительно увеличить производительность коллектора. В среднем теплосъем с 1 м<sup>2</sup> поверхности грунта составляет от 10 до 35 Вт. Площадь коллектора во многом зависит от того, насколько грунт на-

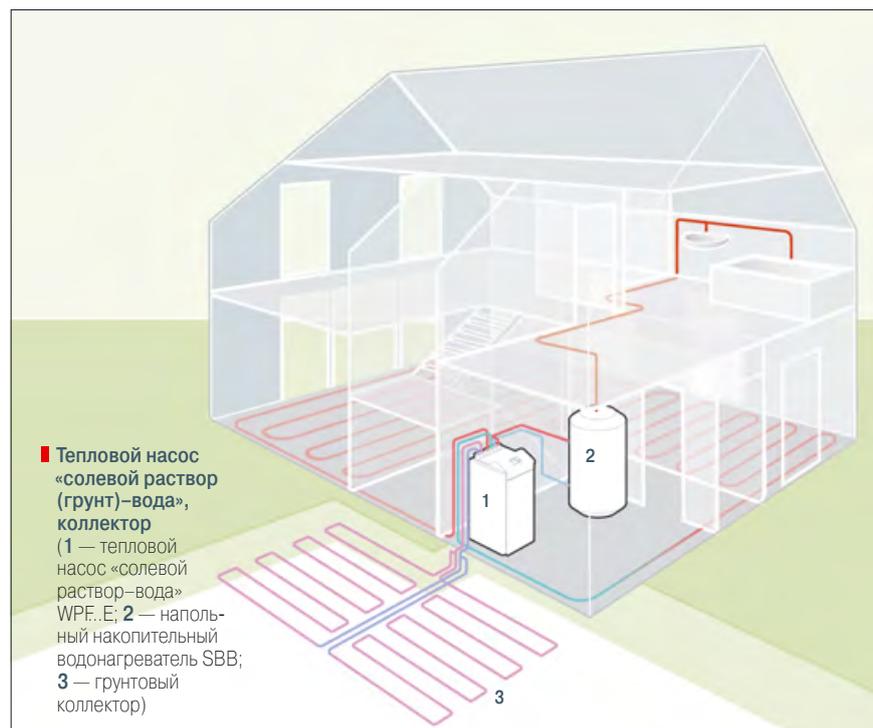


Фото компании-производителя.

сыщен водоносными слоями: чем больше в почве воды, тем эффективнее работает установка. Длину трубы в одной петле стремятся ограничить (не более 600 м), иначе заметно увеличивается расход энергии на циркуляционном насосе. Если нужна большая мощность, петлю делают несколько. В грунтовом коллекторе, как и в зонде, циркулирует рассол.

### Скважина

Грунтовые воды имеют огромный потенциал ввиду их круглогодичной постоянной температуры около 8–10 °С. Для отъема этого тепла необходимо пробурить две неглубокие скважины: вода из подающей скважины насосом из расчета 0,25 м<sup>3</sup>/ч на 1 кВт тепловой мощности подается в испаритель теплового насоса, после чего сбрасывается в принимающую скважину. Глубина скважин обычно не превышает 15–20 м. Скважины располагают на расстоянии примерно 15 м друг от друга, строго учитывая направление течения подземных вод: всасывающая должна располагаться выше по течению.

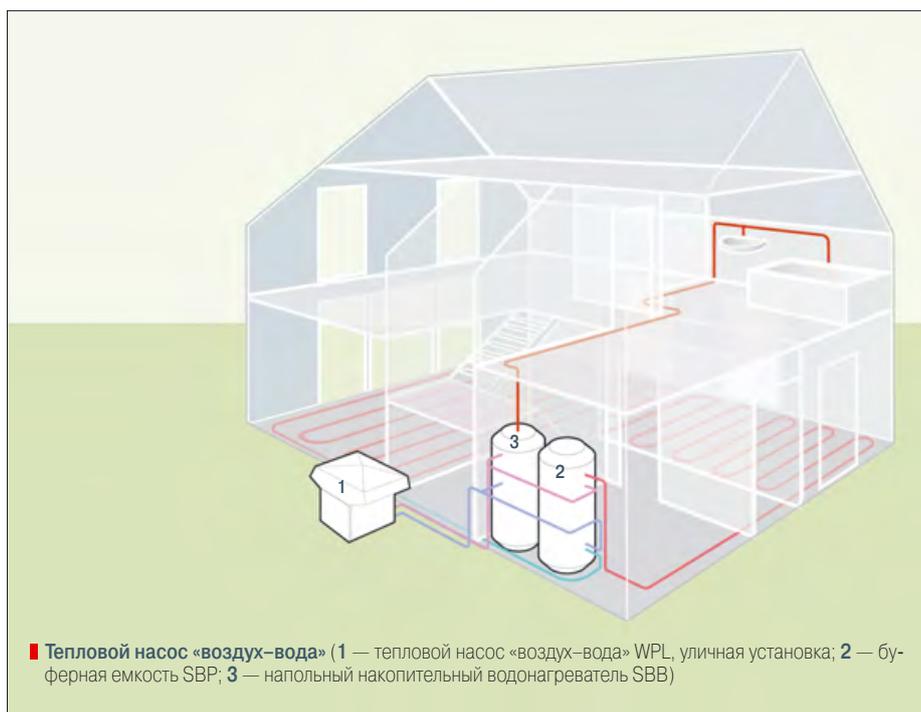
### Водяные коллекторы

В качестве источника тепла можно использовать и открытый водоем (озеро, река). Коллектор, подобный грунтовому, укладывается на дно этого водоема и придавливается грузом, чтобы не всплывал. Если водоем не промерзает полностью (что, на самом деле, большая редкость — обычно возле самого дна остается небольшой слой незамерзшей воды, в котором зимуют рыбы), температура на его дне зимой никогда не опускается ниже +4 °С. Это связано с физическими свойствами воды, которая при указанной температуре имеет наибольшую плотность, поэтому всегда находится в самом низу.

Водные коллекторы весьма эффективны в силу незначительных первоначальных затрат и высоком теплосъеме с единицы площади.

### Воздушный теплообменник

Внешний контур у воздушных теплонасосов состоит, собственно, из вентилятора, нагнетающего воздух к испарителю. Вентилятор с испа-



■ Тепловой насос «воздух-вода» (1 — тепловой насос «воздух-вода» WPL, уличная установка; 2 — буферная емкость SBP; 3 — напольный накопительный водонагреватель SBB)

Фото компании-производителя.

рителем находится на улице (сплит-система) или на корпусе самого теплонасоса (моно-система). В последнем случае теплый воздух подается по каналам из вытяжной системы здания или через воздухозаборную решетку прямо из помещения, где расположен прибор (как правило, это хозяйственные помещения типа прачечной с сушильными аппаратами, кухни и т.п.). Тепловые насосы, берущие тепло из окружающего воздуха, наиболее дешевы в установке.

Недостаток один, но существенный: из морозного воздуха много тепла не отберешь. Устойчиво, хотя и с уменьшенной мощностью, эти устройства работают до -15 °С. Ниже этой температуры целесообразно использование отопления другого типа, поскольку мощность теплонасоса снижается уже на 60%.

### Прочие энергоносители

При снабжении крупных муниципальных объектов в России большое распространение получило питание тепловых насосов от городской теплоцентрали, температура теплоносителя в которой составляет 60 °С. Это позволяет без модернизации городских теплосетей увеличить количество и общую площадь отапливаемых помещений в городских условиях, а также снизить эксплуатационные расходы.

Ряд производителей выпускает газовые тепловые насосы, где хладагент подогревается газовой горелкой. Эта си-

стема является прекрасной альтернативой газовому котлу, поскольку позволяет экономить газ без ущерба для температуры теплоносителя в отопительном контуре.

Существуют тепловые насосы, функционирующие за счет утилизации тепла канализационных стоков. Такие установки позволяют отапливать многоэтажные здания и даже целые районы.

### Внутренний контур Цикл Карно

Принцип действия подавляющего большинства тепловых насосов основан на цикле Карно — круговом (циклическом) процессе превращения теплоты в работу (или работы в теплоту) путем расширения/сжатия и нагрева/охлаждения газообразного хладагента. Идея была впервые описана в 1824 г. в работе «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу» французским физиком Сади Карно (Sadi Carnot). В основе процесса лежит способность газов нагреваться при сжатии и отдавать тепло (охлаждаться) при расширении. Верно и обратное: газы склонны расширяться при нагреве и сжиматься при охлаждении.

Цикл состоит из последовательно чередующихся двух адиабатных и двух изотермических процессов (рис. 1). Адиабатный процесс представляет собой расширение либо сжатие газа (в случае с теплонасосом газ называется хлад-



■ Тепловой насос Stiebel Eltron, установка вне помещения

Фото компании-производителя

агентом) без теплообмена с окружающей средой. При этом температура самого газа, соответственно, уменьшается или увеличивается. Несмотря на невозможность изготовления 100% эффективной теплоизоляции для исключения теплопередачи, адиабатный процесс все равно может происходить, если расширять или сжимать газ так быстро, что теплообмен физически не будет успевать происходить.

Во время изотермического процесса происходит передача тепла от нагретого газа (хладагента или, по-научному, рабочего тела) более холодному теплоносителю отопительного контура с одновременным охлаждением газа. Либо, соответственно, тепло окружающей внешней среды (непосредственно или через внешний контур, устройство которого описано выше) нагревает остывший до жидкого состояния хладагент, в результате чего последний закипает. Таким образом, тепловой насос теоретически может использоваться как для отопления и нагрева санитарной воды, так и для кондиционирования помещений.

Термический КПД цикла Карно не зависит от природы рабочего тела и является функцией только абсолютных температур нагреваемого тела ( $t_1$ ) и источника тепла ( $t_2$ ):

$$\eta = (t_1 - t_2)/t_1 = 1 - t_2/t_1,$$

однако при выборе типа теплового насоса, естественно, вид источника тепла

(грунт, вода, воздух) чрезвычайно важен. Для разных климатических условий и индивидуальных условий эксплуатации одни из указанных типов энергоносителей могут оказаться предпочтительнее других в смысле максимально возможной разности температур источника и потребителя тепла. Чем она больше, тем выше будет коэффициент преобразования теплового насоса ( $COP$ ), который выражается зависимостью:

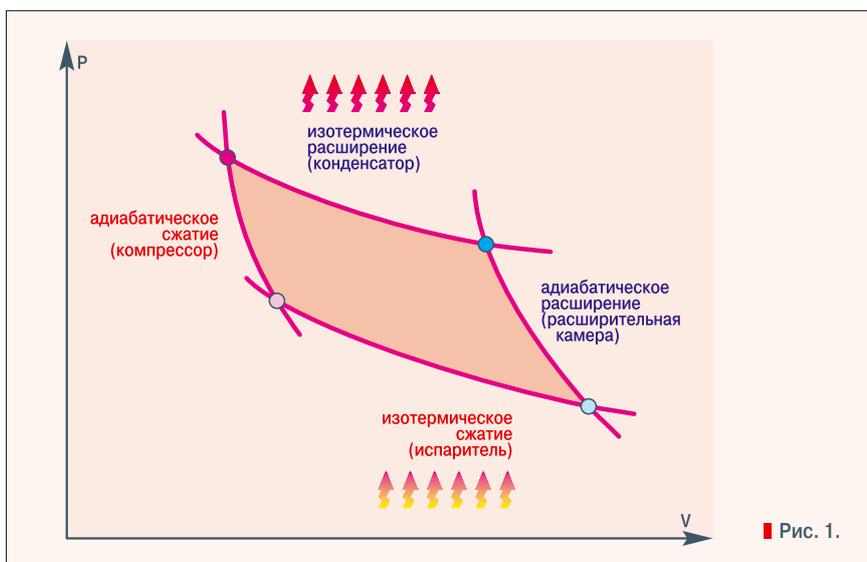
$$COP = Q/(860N) = P/N,$$

где  $Q$  — количество тепла, полученное конденсатором, ккал/ч;  $N$  — электрическая мощность, потребляемая всей установкой (включая и вентилятор конденционера), кВт;  $P$  — мощность, выдаваемая отопительной системой. Обычно  $COP$  составляет от 3 до 6. Иными словами, теплонасос позволяет из 1 кВт электрической энергии получить от 3 до 6 кВт мощности для отопления или охлаждения помещения, нагрева воды в контуре ГВС, обогрева бассейна и прочих нужд.

Нагретый теплоноситель (рис. 2) внешнего контура (о нем мы расскажем ниже) поступает в испарительный теплообменник, где передает тепло жидкому хладагенту, в результате чего последний превращается в пар. Парообразный хладагент втягивается в компрессор в результате постоянно создаваемого там разрежения. Там хладагент сжимается, вследствие чего его температура

еще больше увеличивается. Максимальная температура и давление подбираются с учетом критических параметров используемого хладагента. Все собранное в результате описанных этапов тепло передается в конденсаторе теплоносителю контура отопления, а отдавший тепло хладагент вновь возвращается в жидкую форму. В расширительной камере в результате резкого увеличения объема давление и температура хладагента становятся еще ниже. Теперь хладагент с низким давлением и температурой вновь готов принимать тепло от внешнего контура.

Для того, чтобы тепловой насос мог работать в реверсивном режиме, т.е. кондиционировать помещение, в него встраивают четырехходовой клапан, который поворачивает хладагент в обратном направлении. Одновременно с переключением клапана необходимо подключить теплонасос к фанкойлу, а отопительный контур перекрыть, иначе охлаждение пойдет через радиаторы, которые довольно скоро обрастут ледяной шубой (как трубки в негерметично закрытой морозильной камере холодильника), а вода в них замерзнет. Если в качестве теплоносителя залита незамерзающая жидкость, то, ве-



■ Рис. 1.

Современные конденсаторы обычно обеспечивают температуру подающей линии отопительного контура в диапазоне 35–55 °С, но отдельные производители предлагают модели, способные нагреть теплоноситель до 65 °С. Это позволяет заменять старые котельные отопительные системы теплоносителями без замены имеющихся труб и радиаторов.

**Компрессор**

Наиболее часто встречается спиральный компрессор, состоящий из двух стальных спиралей. Они вставлены одна в другую и расширяются от центра к краю цилиндра компрессора. Внутренняя спираль неподвижно закреплена, а внешняя спираль перекачивается по внутренней поверхности неподвижной спирали. Особый профиль спиралей (эвольвента) позволяет перекачиваться без проскальзывания. При этом точка касания спиралей постепенно перемещается от края к центру. Пары хладагента, находящиеся перед линией касания, проходят через спираль и постепенно сжимаются. Выпускное отверстие, к которому в конце концов подходит сжатый парообразный хладагент, расположено в верхней центральной ча-

роятно, она пострадает несильно, но лучше все же не экспериментировать подобным образом.

Некоторые производители предлагают бойлеры со встроенными тепловыми насосами, предназначенные исключительно обеспечения горячего водоснабжения за счет охлаждения воздуха в помещении или в вентиляционной системе. Конструктивно они выглядят как обыкновенный цилиндрический напольный водонагреватель емкостью 150–300 л с черной «шапочкой», в которой установлен тепловой насос. Для случаев пикового расхода в таких бойлерах предусмотрен дополнительный электрический ТЭН и иногда змеевик для косвенного нагрева (от системы отопления, от солнечного коллектора).

ности потоков, что обеспечивает высокоэффективную передачу тепла. Для теплонасосов, получающих тепло из воздуха, теплообменник представляет собой медные трубки с алюминиевыми ребрами. Для водяных контуров иногда используются также различные варианты кожухотрубных теплообменников (труба в трубе).

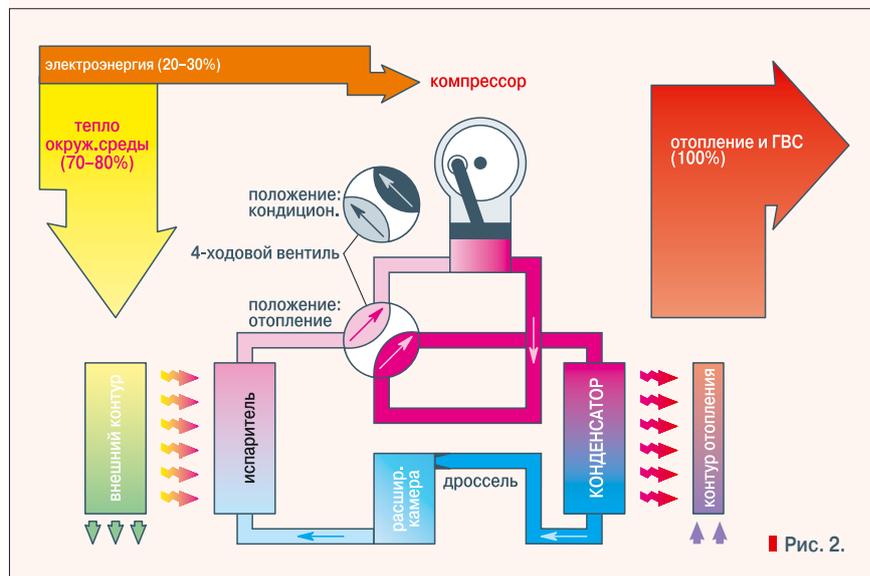
**■ ПРИНЦИП РАБОТЫ ТЕПЛООВОГО НАСОСА:**

- 1 Охлажденный жидкий хладагент подается в теплообменник теплового насоса — испаритель. При подаче более теплого источника тепла (наружного воздуха, солевого раствора или воды) на испаритель циркулирующий в нем хладагент забирает от источника тепла необходимую энергию для испарения и переходит из жидкого состояния в газообразное.
- 2 Компрессор производит всасывание газообразного хладагента и выполняет его сжатие. За счет увеличения давления происходит повышение температуры — таким образом, хладагент «подкачивается» до более высокого температурного уровня. Для этого требуется электроэнергия.
- 3 Хладагент направляется в расположенный за компрессором конденсатор. Здесь хладагент отдает полученное ранее тепло в циркуляционный контур системы водяного отопления, переходя в жидкое состояние.
- 4 Затем с помощью расширительного клапана производится снижение имеющегося остаточного давления, и цикл начинается заново.

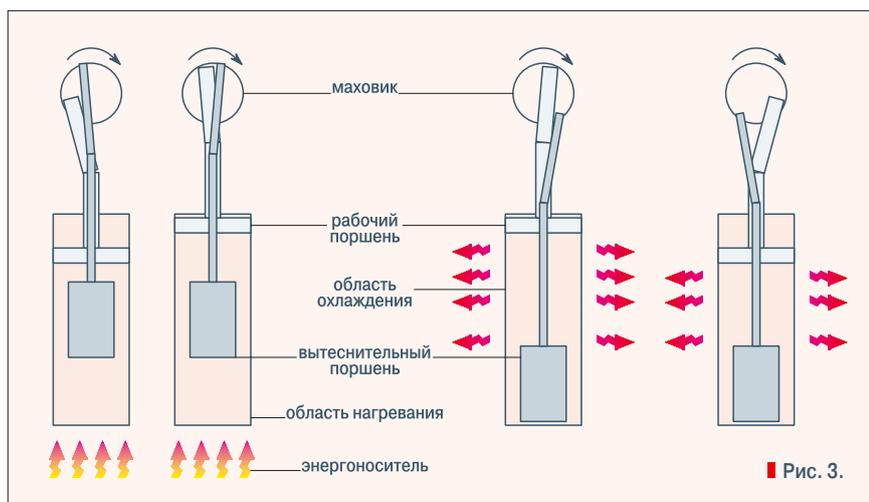
**Теплообменники**

Испаритель и конденсатор обычно представляют собой неразборные пластинчатые теплообменники. Поверхность теплопередачи состоит из рифленых пластин, собранных в пакет, спаянных с использованием меди или никеля в качестве материала для пайки. Герметичность конструкции и прочный припой достигнуты за счет применения пайки в вакуумной печи.

Жидкости, участвующие в процессе теплопередачи, проходят по чередующимся каналам, образованным греющими пластинами. Специально рифленые пластины способствуют высокой турбулент-



■ Рис. 2.



■ Рис. 3.

### Цикл Стирлинга

Помимо тепловых насосов с циклом Карно на рынке существуют разработки и действующие модели теплонасосов других типов. В частности, компания Viessmann во время международной выставки ISH'2009, прошедшей недавно во Франкфурте-на-Майне, представила мини-ТЭЦ на основе двигателя Стирлинга, предназначенную для когенерации, т.е. одновременной выработки тепла (до 24 кВт) и электроэнергии (до 1,5 кВт). Двигатель Стирлинга (рис. 3) может преобразовывать в работу разницу объемов газа и по термодинамической эффективности не уступает циклу Карно. Принцип работы двигателя Стирлинга заключается в постоянно чередуемых нагревании и охлаждении рабочего тела в закрытом цилиндре. Цикл Стирлинга состоит из четырех фаз:

1. Внешний источник тепла нагревает газ в нижней части теплообменного цилиндра. Создаваемое давление толкает рабочий поршень вверх (обратите внимание, что вытеснительный поршень неплотно прилегает к стенкам).
2. Маховик толкает вытеснительный поршень вниз, тем самым перемещая разогретый воздух из нижней части в охлаждающую камеру.
3. Воздух остывает и сжимается, поршень опускается вниз.
4. Вытеснительный поршень поднимается вверх, тем самым перемещая охлажденный воздух в нижнюю часть. И цикл повторяется.

Как все двигатели внешнего сгорания (вернее, внешнего подвода тепла), стирлинг может работать от перепада температур между разными слоями в океане, от солнца, от ядерного или изотопного нагревателя, угольной или дровяной печи и т.д. Этот фактор прямо связан с экономичностью двигателя в широком плане — он позволяет заменить дорогие нефтяные топлива на дешевые альтернативные. Двигатель Стирлинга от Viessmann может работать на таких видах топлива, как газ, нефть, дерево и солнечная энергия. Внутреннее пространство агрегата герметично и позволяет использовать рабочее тело под очень высоким давлением.

сти корпуса компрессора. Точки касания расположены на каждом витке внутренней спирали, поэтому пары сжимаются плавно небольшими порциями. Другой тип компрессоров, используемый в тепловых насосах — винтовой, где воздух сжимается между входящими в зацепление друг с другом винтовыми валами за счет того, что воздушные камеры все более сужаются к выходному отверстию. Нужное количество сжатого воздуха автоматически подается с помощью регулятора. Охлаждение электродвигателя компрессора в обоих случаях производится самими всасываемым хладагентом. В теплонасосах большой мощности встречаются и традиционные поршневые компрессоры, в которые газ засасывается и сжимается при возвратно-поступательном движении поршня. Сжатый воздух накапливается в цилиндре для сжатого воздуха.

### Дроссель и расширительная камера

Дроссель используется для ограничения потока хладагента в расширительную камеру и поддержания там условий, необходимых для эффективного испарения и адиабатического расширения. Слишком большой поток может вообще привести к заполнению расширительной камеры хладагентом (компрессор просто не успеет откачать его) или, по крайней мере, к потере там необходимого разрежения. А ведь именно испарение жидкого хладагента и адиабатическое расширение его паров обеспечивает необходимое для работы всего цикла падение температуры хладагента ниже температуры окружающей среды. Расширительная камера обычно выполнена в виде капиллярной трубки.

### Хладагент

Наиболее распространенный хладагент, использующийся в современных тепловых насосах — это фреон марки R407C, являющийся зеотропной смесью трех соединений: R32 (дифторометан  $\text{CH}_2\text{F}_2$ ), R125 (пентафторэтан  $\text{CHF}_2\text{CF}_3$ ) и R134A (1, 1, 1, 2 — тетрафторэтан  $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$ ). Хладагент разработан фирмой Du Pont.

Ни один из этих компонентов не содержит в своем составе атомов хлора, поэтому, эти вещества при разложении не приводят к разрушению озонового слоя.

Буква после цифрового наименования хладагента указывает, в какой пропорции смешаны исходные компоненты. В частности, «С» обозначает, что массовые доли равны соответственно 23/25/52 %.

Другие марки хладагентов: R404A — близкозеотропная смесь R125 + R143A ( $\text{CH}_3\text{CF}_3$ ) + R134A с соотношением массовых долей компонентов 44/52/4; R410A — зеотропная смесь R32 + R125 с соотношением массовых долей компонентов 50/50; R22 — фреон с химической формулой  $\text{CHClF}_2$ .

«Зеотропная смесь» представляет собой механическую смесь хладагентов с различными температурами насыщения при одном и том же давлении, поэтому состав пара и жидкости во время фазового перехода все время меняется.

Российской фирмой «Экип» были проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию тепловых насосов, работающих на двуокиси углерода (такой хладагент имеет маркировку R744) в качестве рабочего вещества.

### Абсорбционно-диффузионный принцип

В начале текущего года концерн Bosch Thermotechnik был отмечен премией IGU Gas Efficiency Award '2008 за разработку газового теплового насоса с модулируемой мощностью от 4 до 10 кВт, использующего встраиваемый в абсорбционно-диффузионный контур «байпасный конденсатор», который включается, когда потребность в тепле превышает 6 кВт. С этого момента абсорбционная система начинает работать как отопительный котел с параллельно подключенным газовым тепловым насосом. В качестве рабочего тела используется водоаммиачный раствор с добавкой инертного газа (гелия). При нагреве от внешнего источника тепла в десорбере (рис. 4) раствор закипает и испаря-

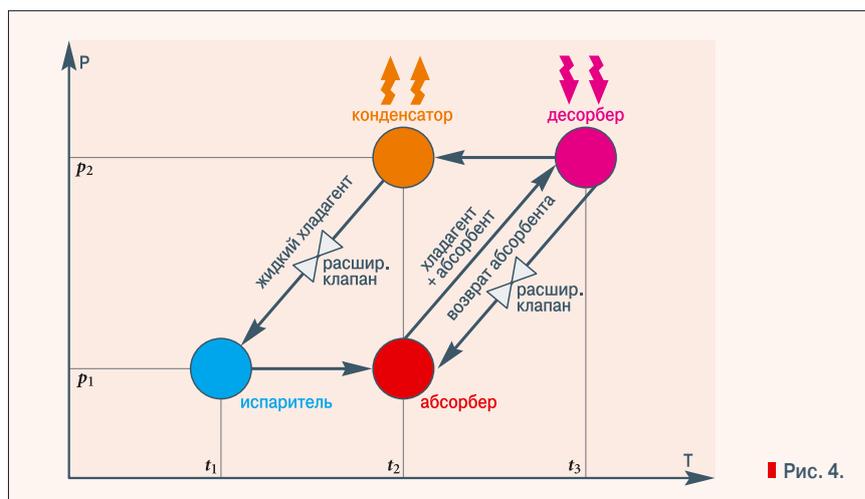


Рис. 4.

ется. Смесь паров поступает в теплообменник, где вода, остывая, конденсируется. Поскольку при высокой температуре сразу после конденсации она способна удержать очень мало аммиака,

основная часть аммиака остается в виде пара. Здесь находящиеся под давлением жидкую фракцию (воду) и газообразную (аммиак) разделяют и они продолжают по отдельности отдавать тепло вплоть до окончательного охлаждения. Остывшая вода с малым содержанием аммиака направляется в абсорбер, а аммиак при охлаждении в конденсаторе становится жидким и поступает в испаритель.

В принципе, для десорбции аммиака кипятить раствор не обязательно, достаточно просто нагреть его близко к температуре кипения, и «лишний» аммиак улетучится из воды. Но кипячение позволяет провести разделение наиболее быстро и эффективно. Качество такого разделения является главным условием, определяющим разрежение в испарителе, а стало быть, эффективность работы абсорбционного агрегата, и многие ухищрения в конструкции направлены именно на это.

Для создания разрежения в блоке испарителя испарившийся хладагент (аммиак) поступает из испарителя в блок абсорбера, где поглощается (абсорбируется) абсорбентом (водой). Тем самым пар удаляется из объема хладагента и там восстанавливается разрежение, обеспечивающее испарение новых порций аммиака.

Главным отличием абсорбционно-диффузионного теплонасоса от описанных выше типов является отсутствие движущихся элементов: транспорт рабочего тела осуществляется за счет гравитационных сил, а теплообмен на элементах — в режиме естественной конвекции. За счет этого теплонасос работает практически бесшумно и не требует обслуживания в течение длительного срока.



Фото компании-производителя.

### Цеолитовый теплонасос

Несколько лет назад Vaillant разработал газовый теплонасос на основе цеолитово-водной системы. Работа такого теплонасоса основывалась на способности цеолита, водного алюмосиликата кальция и натрия, впитывать большое количество влаги и выделять ее при нагреве. Непрямой нагрев влажного цеолита осуществлялся при посредстве проводника, получающего тепловую энергию от газовой горелки. Испаряющаяся при этом вода конденсировалась в теплообменнике, получаемое при этом тепло шло на нужды отопления. После того, как температура цеолита достигала максимума, материал вновь охлаждался и поглощал воду. Основу отопительного аппарата составляют два одинаковых по конструкции модуля теплового насоса, в которых синхронно протекают различные фазы процесса.

### Вихревые тепловые насосы

Вихревые тепловые насосы используют для разделения теплого и холодного воздуха эффект Ранка. Суть эффекта заключается в том, что газ, тангенциально подаваемый в трубу на высокой скорости, внутри этой трубы закручивается и разделяется: из центра трубы можно отбирать охлажденный газ, а с периферии — нагретый. Этот же эффект, хотя и в меньшей степени, действует и для жидкостей. К сожалению, эффективность этих устройств в настоящее время заметно уступает эффективности компрессионных установок. Кроме того, для эффективной работы они требуют высокой скорости подачи рабочего тела (максимальная эффективность отмечается при скорости входного потока, равной 40–50% от скорости звука). Такой поток сам по себе создает немало шума, а кроме того, требует наличия производительного и мощного компрессора — устройства тоже отнюдь не тихого и довольно капризного. Отсутствие общепризнанной теории этого явления, пригодной для практического инженерного использования, делает конструирование таких агрегатов занятием во многом эмпирическим, где результат сильно зависит от удачи: «угадал/не угадал». Более-менее надежный результат дает только воспроизведение уже созданных удачных образцов. Результаты попыток существенного изменения тех или иных параметров не всегда предсказуемы, а иногда выглядят парадоксальными.



### Тепловые насосы на эффекте Пельтье

Эффект Пельтье заключается в том, что при подаче на две стороны специальной подготовленной полупроводниковой пластины небольшого постоянного напряжения одна сторона этой пластины нагревается, а другая — охлаждается. Пластина элемента Пельтье (она же «термоэлектрический элемент», англ. *thermoelectric cooler, TEC*), состоит из двух слоев с разными уровнями энергии электронов в зоне проводимости. При переходе электрона под действием внешнего напряжения в более высокоэнергетическую зону проводимости другого полупроводника он должен приобрести энергию. При получении им этой энергии происходит охлаждение места контакта полупроводников (при протекании тока в обратном направлении происходит обратный эффект — место контакта слоев нагревается дополнительно к обычному омическому нагреву). Из-за крайне низкой теплоотдачи данные модели не получили особо развития.

### Производители тепловых насосов

К производителям тепловых насосов, по большому счету, можно отнести не только изготовителей отопительных агрегатов, но и многочисленные компании, специализирующиеся на кондиционерах и холодильниках. Однако основной задачей двух последних типов теплонасосов является генерация в первую очередь холода с одновременным рассеиванием тепла без конкретной задачи по его утили-

зации. Ряд кондиционеров, правда, обладает способностью обогревать комнату, но это не является их основной функцией. Поэтому предлагаем вашему вниманию перечень лишь тех производителей, которые предлагают тепловые насосы для подсоединения к стандартной отопительной системе с радиаторами, теплыми полами и бойлером косвенного нагрева — т.е. аппараты, способные заменить отопительные котлы и водонагреватели. Интересная, совершенно закономерная особенность: традиционные изготовители кондиционеров специализируются, разумеется, на тепловых насосах с воздушным внешним контуром, а производители котельного оборудования разрабатывают в основном грунтово-водную и газовую тематику с более бедным ассортиментом по воздушным моделям.

### Зарубежные

Bosch Thermotechnik: Bosch, Buderus, Junkers (Германия); Carrier (США); ClimateMaster (США); Climaveneta (Италия); Daikin (Япония, Бельгия); Dimplex (Германия); Elco (Швейцария); G-MAR (Чехия); General (Япония); Heliotherm (Австрия); IVT (Швеция); Missouri electronics (Китай); Mecmaster (Швеция); Nibe (Швеция); Nukleon (Чехия); OCHSNER (Австрия); PZP KOMPLET (Чехия); Sunte (Китай); Stiebel Eltron (Германия); Thermia (Швеция); Unitherm (Германия); VT-Cool (Китай); Vaillant (Германия); Viessmann (Германия); Waterkotte (Германия); Weishaupt (Германия); Airpac International (Франция); Wolf (Германия).

### Российские

«Карат» (г. Санкт-Петербург); Рыбинский завод приборостроения (Ярославская обл., г. Рыбинск); «Тритон Лтд.» (г. Нижний Новгород); «Экип» (г. Москва); «Экомаш» (Московская обл., г. Ногинск); «Энергия» (г. Новосибирск). □

По материалам kvant.mccme.ru, wikipedia.org, examen.ru, cultinfo.ru, mastercity.ru, cogeneration.ru, khd2.narod.ru, n-t.ru, sttx.ru, extra-therm.ru, lennox.ua, s-t-group.ru, ronfit-rus.narod.ru, mini-soft.ru, veles-gh.ru, ex-com.ru, veles-gh.ru, mir-stroy.ru, holodon.ru, kled.ru, hardholod.ru, transgasindustry.com

Около трех четвертей энергии, потребляемой в домашних хозяйствах, расходуется на отопление и горячую воду. При этом энергия добывается главным образом посредством сжигания ископаемых энергоносителей. Все больше повышается значение экономного обращения с природными ресурсами, а связанные с этим экономические и экологические преимущества все чаще становятся решающими критериями при выборе подходящей отопительной системы.

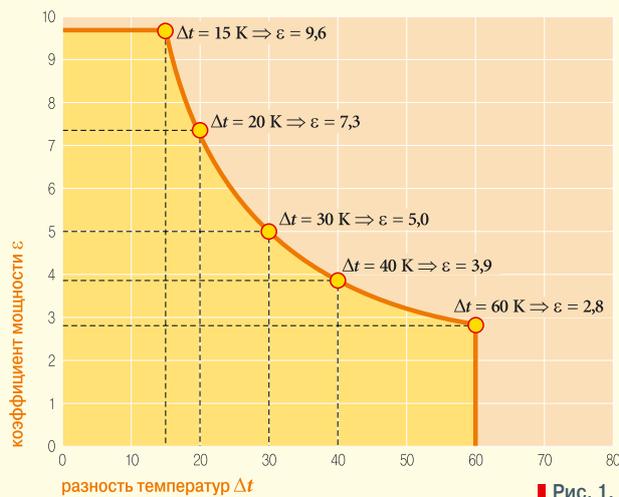
## ТЕПЛОВОЙ НАСОС: ИСПОЛЬЗУЕМ ЭНЕРГИЮ ЗЕМЛИ



Тепловой насос — это компактный аппарат, использующий тепло земли, воды или воздуха и обеспечивающий автономное отопление и/или горячее водоснабжение. Применение тепловых насосов в регионах с повышенными требованиями к экологической чистоте особенно целесообразно, так как система работает без сжигания топлива и не производит вредных выбросов в атмосферу. Принцип работы теплового насоса является простым и понятен благодаря обычному холодильнику. Процесс происходит приблизительно так: солнце нагревает поверхность земли (или воздух, или воду), из недр земли к поверхности также поступает тепло. Тепловой насос отбирает это тепло и передает в контур отопления и/или приготовления горячей воды. Для получения 100% энергии, идущей на отопление, затрачивается около 25% электрической энергии привода. Например, в контуре съема тепла из окружающей среды температура составляет 4–20°C. Тепло через теплообменник передается на хладагент теплового насоса. При сжатии хладагента компрессором температура повышается, благодаря чему в контур отопления через теплообменник теплового насоса подается теплоноситель температурой до +62°C (для тепловых насосов Vaillant).

Тепловой насос характеризуется такими показателями как коэффициент мощности и коэффициент работы. Коэффициент мощности  $\epsilon$  представляет собой отношение тепловой производительности к затраченной электрической мощности. Для обеспечения возможности сравнения коэффициентов мощности тепловых насосов температура источника тепла и температура контура потребления тепла стандартизированы. Общепринятые обозначения и температуры приведены в табл. 1. Коэффициент мощности определяется по формуле  $\epsilon = P/N$ , где  $P$  — отдаваемая тепловая мощность, кВт;  $N$  — потребляемая электрическая мощность, кВт.

Коэффициент работы  $\beta$  — это отношение отданной тепловой энергии к затраченной



электрической энергии за определенный период:  $\beta = Q/A$ , где  $Q$  — отданное количество тепла, кВт·ч;  $A$  — потребленная электрическая работа за определенный период времени, кВт·ч.

Коэффициент мощности  $\epsilon$  представляет собой моментальную величину при точно определенных обстоятельствах (например, W0/W35). Коэффициент работы  $\beta$  описывает отношение мощностей при различных режимах работы (например, за определенный период отопительного сезона). Коэффициент мощности можно определить в зависимости от разности температур (см. рис. 1).

Для использования тепла земли используются грунтовые вертикальные зонды и горизонтальные коллекторы.

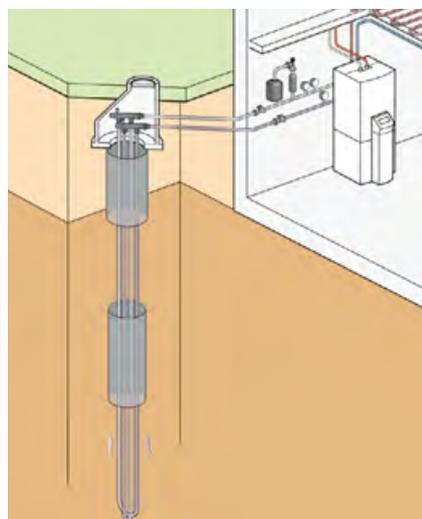
### Вертикальный грунтовой зонд

Для получения земного тепла в качестве надежного и зрелого решения утвердилось использование грунтовых зондов. На глубине от 18 м температура земли положительная (до +10°C) и постоянна в течение года. Производится бурение скважины, как правило, на глубину около сотни метров, в нее опускается специальная конструкция из пластиковых труб. В этих трубах будет циркулировать незамерзающая жидкость, называемая рассолом. Рассол передает тепло земли через теплообменник в тепловой насос. Скважина заливается раствором, образующим монолит. Данная конструкция представляет собой вертикальный грунтовой зонд. При необходимости длина зонда может быть распределена на несколько скважин. Компания Vaillant для изготовления вертикальных зондов рекомендует использовать специальную бетонизирующую смесь, имеющую повышенную теплопроводность. Соответствующая сухая смесь поставляется в качестве принадлежности Vaillant. Вертикальный грунтовой зонд особенно хо-

рошо подходит для земельных участков небольшой площади, на которых нет достаточного пространства для укладки грунтового коллектора. Для хорошо теплоизолированного одноквартирного дома жилой площадью 150 м<sup>2</sup> и потребностью в тепле 7,5 кВт требуется грунтовой зонд длиной около 110 м.

### Горизонтальный грунтовой коллектор

Грунт аккумулирует солнечную энергию. Эта энергия воспринимается грунтом либо непосредственно в форме солнечной радиации, либо косвенно, в форме тепла, получаемого от дождя или из воздуха. Горизонтальный грунтовой коллектор состоит из системы труб, уложенной на широкой площади приблизительно на 20 см ниже границы промерзания. На такой глубине круглый год сохраняется сравнительно постоянная температура 5–15°C. Коллектор особенно пригоден для домов, расположенных на сравнительно больших земельных участках. Теплоотдача зависит от свойств почвы. Чем большей



влажностью обладает почва, тем выше теплоотдача. Для хорошо теплоизолированного одноквартирного дома жилой площадью 150 м<sup>2</sup> и потребностью в тепле 7,5 кВт для укладки горизонтального грунтового коллектора требуется земельный участок площадью около 250 м<sup>2</sup>. На рисунке показана система с двумя контурами. Несколько контуров требуются, если при наличии всего одного контура оказывается превышенной максимальная длина трубы для рассола. В горизонтальном компактном коллекторе также циркулирует рассол.

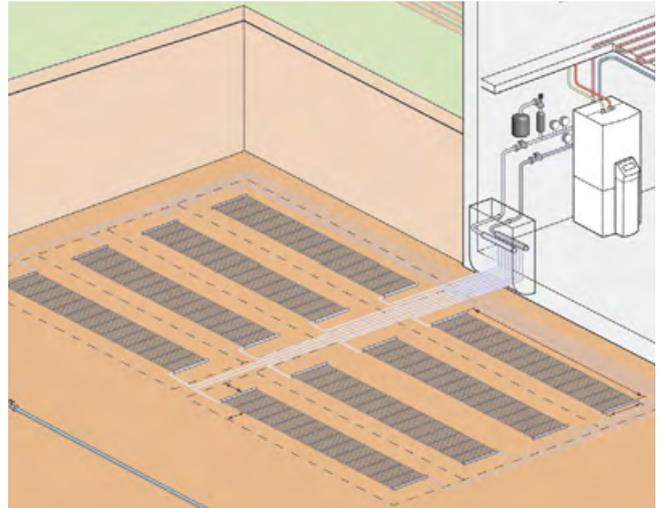
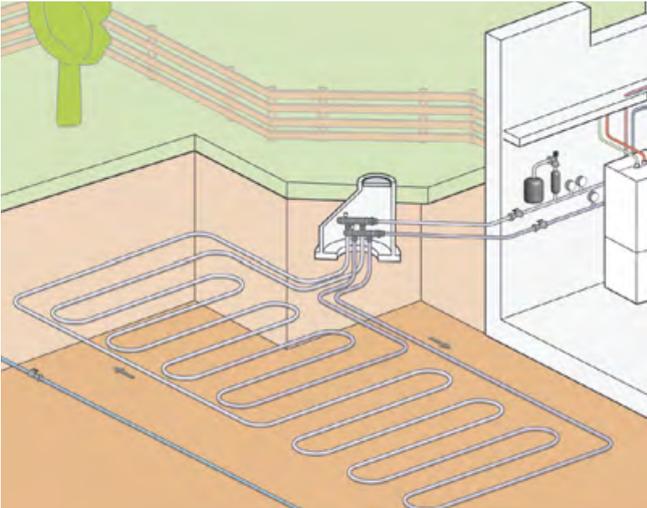
### Компактный горизонтальный грунтовой коллектор

Компактный коллектор состоит из нескольких коллекторных матов, состоящих из множества тонких пластиковых трубок. Отдельные коллекторные маты соединяются параллельно с помощью комбинации распределителя/сборника. Система также располагается приблизительно на 20 см ниже границы промерзания грунта. Компания Vaillant поставляет в качестве принадлежности компактные горизонтальные коллекторы, позволяющие уменьшить необходимую для теплосъема поверхность грунта почти в два раза.

Следует учитывать, что поверхность земли над полем укладки горизонтальных коллекторов должна хорошо освещаться солнцем для того, чтобы земля имела возможность восполнить то количество тепла, которое было отобрано тепловым насосом.

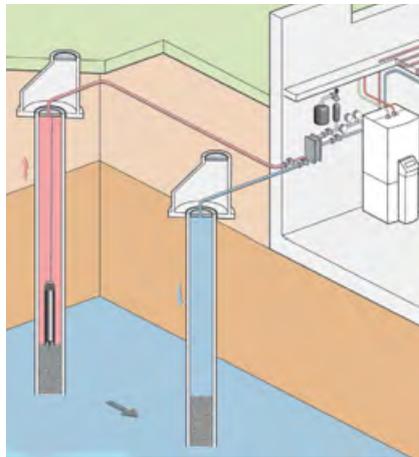
### Использование тепла воды

Грунтовые воды являются наиболее продуктивным источником тепла. Сравнительно постоянная в течение всего года температура 8–10°C позволяет обеспечить самую высокую среди всех систем теплоотдачу. Через всасывающий колодец грунтовые воды по-



даются к тепловому насосу при помощи погружного насоса, а затем через глубинный колодец вновь выводятся в почву. Всасывающий и глубинный колодцы устанавливаются на расстоянии около 15 м друг от друга. При установке теплового насоса для грунтовых вод необходимо предусмотреть следующее:

- убедиться в наличии достаточных запасов грунтовых вод на глубине не более 15 м;
- максимальное отбираемое количество и качество грунтовых вод также имеют решающее значение;
- всасывающий колодец для отбора воды должен быть расположен в направлении течения грунтовых вод перед глубинным колодцем — на использование грунтовых вод должно быть получено разрешение соответствующего ведомства (обычно службы Госводнадзора).



Для потребления тепла из воды применяется исполнение теплового насоса типа «вода–вода». Если в грунтовых водах содержатся вещества, вызывающие коррозию и заливание испарителя теплового насоса, то между колодезной установкой для грунтовых вод и тепловым насосом необходимо установить разборный теплообменник. Всасывающий и глубинный колодцы устанавливаются на расстоянии около 15 м. Всасывающий колодец для отбора воды должен быть расположен в направлении течения грунтовых вод перед глубинным колодцем.

### VAILLANT geoTHERM

Система тепловых насосов geoTHERM фирмы Vaillant включает в себя ассортимент изделий, способный обеспечить любое необходимое системное решение при индивидуальном подходе. В Россию поставляются тепловые насосы geoTHERM и geoTHERM plus.

Тепловой насос geoTHERM типа «рассол–вода» (мощностью от 5,0 до 17,3 кВт) и типа «вода–вода» (мощностью 8,2 до 24,3 кВт) предназначен для отопления и, при комбинации с емкостным водонагревателем косвенного нагрева, для приготовления горячей воды. В будущем намечена продажа тепловых

насосов мощностью до 46 кВт (типа «рассол–вода») и 64 кВт (типа «вода–вода»). Тепловой насос geoTHERM plus предлагается в двух исполнениях — со встроенным водонагревателем 175 л из нержавеющей стали, либо с контуром пассивного охлаждения.

Тепловой насос geoTHERM plus вариант «рассол–вода» предлагается мощностью от 5,9 до 10,4 кВт и вариант «вода–вода» мощностью от 8,2 до 13,9 кВт (только исполнение со встроенным водонагревателем).

Тепловые насосы Vaillant geoTHERM и geoTHERM plus оснащены погодозависимым регулятором энергобаланса с индикацией энергии, потребленной из окружающей среды, оснащенным дисплеем с русскоязычной индикацией, циркуляционным насосом системы отопления (для варианта «рассол–вода»), электрическим разъемом для подключения насоса для грунтовых вод (для варианта «вода–вода»), трехходовым переключающим клапаном для приготовления горячей воды, ТЭНом дополнительного электронагрева 6 кВт. Щиток подключения теплового насоса выполнен с системой штекерных соединений ProE. В комплект поставки теплового насоса входят: датчик температуры наружного воздуха, датчики буферной емкости, подающей линии и накопителя горячей воды, компенсационный бачок для рассола с предохранительным клапаном (для варианта «рассол–вода»), с датчиком потока (для варианта «вода–вода»).

Тепловые насосы Vaillant представляют собой один из экономных и эффективных способов обеспечения теплоснабжения одно-, двух- и многоквартирных домов.

Тепловые насосы Vaillant позволяют получить идеальную комбинацию — защиты окружающей среды и обеспечение бытового комфорта на самом высоком уровне. □

*Материал подготовила Светлана ДАШКЕВИЧ, руководитель отделения представительства Vaillant GmbH в Санкт-Петербурге.*



Фото: компания-производитель.

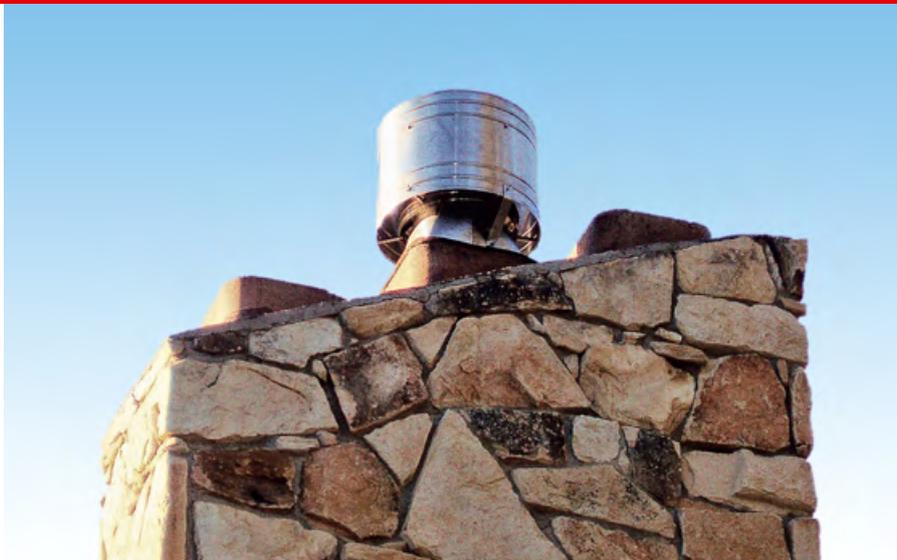


фото компании-производителя.

# Дымоходы для систем отопления

Автор | И.В. ВАНИФАТОВ, ООО «Региональная трубо-печная компания «ГАЛС»

На протяжении последних пяти лет происходили существенные изменения в соотношении продаж нержавеющей и керамических дымоходных систем. В основном, благодаря работе представительства компании Schiedel («Шидель») по технической поддержке, а также строгим контролем монтажных схем дымоходных систем увеличились продажи дымоходов с керамической вставкой. А в некоторых областях, таких как дымоходы для твердотопливных теплогенераторов и системы дымоходов для котлов поквартирного отопления с закрытой камерой сгорания, и вовсе вытеснили нержавеющие дымоходы. Этим объясняется, что вслед за компанией Schiedel на российский рынок вышли другие производители дымоходов из керамики. На сегодняшний день в России представлено три крупнейших немецких производителя керамических дымоходных систем. Это компании: Schiedel, Tona

и Plewa. Все продукты, которые продвигают эти европейские бренды, объединяет одно: основа всех систем — внутренняя керамическая труба. Практически у всех компаний в производственной линейке присутствует два вида керамических вставок, которые различаются способом производства, толщиной стенки, а также коэффициентом водопоглощения. Это позволяет предлагать на рынке системы практически для любых задач, включая отвод продуктов сгорания от конденсатных котлов, дизельгенераторов, а также для любых аппаратов, работающих на твердом топливе. Причем программа поставок, включает диаметры 450, 500 и 600 мм.

Преимущества керамики при применении твердого топлива обусловлены достаточной толщиной стенки и неизменностью структуры керамической гильзы под воздействием высокой температуры, в то время как, чтобы достичь

того же эффекта при изготовлении дымоходов из нержавеющей стали требуется специальный ее состав (толщина стенки не менее 1 мм), а также, сварка внутренней трубы нержавеющей дымохода в нахлест, а не встык (чтобы обеспечить необходимую целостность трубы).

Для производства дымоходов из нержавеющей стали могут быть применены аустенитная (хромоникелевые серии AISI 310 с составом никеля 20% и хрома 25% (температурой эксплуатации 1100°C) или менее стойкая к температурам хромоникелевая сталь с добавкой титана AISI 321 (с температурой эксплуатации до 680°C). Стали марок AISI 316, AISI 316 L могут применяться в режимах эксплуатации дымоходов с температурой отходящих газов до 500°C.

На сегодняшний день производство дымоходов из нержавеющей стали для твердого топлива достаточно затратное из-за высокой стоимости сырья, и в этом случае розничная стоимость системы дымоходов из жаропрочной стали марки AISI 310 толщиной стали 1 мм, не отличается от легких подвесных систем типа Kerastar (с внутренней трубой из керамики) компании Schiedel. А при сравнении с трехслойной керамической дымоходной системой UNI (керамическая труба в керамзитобетонных блоках с теплоизоляцией) и вовсе в два раза дороже.



■ Участок подключения банной печи, который подвергался воздействию температуры 730°C

■ Подключение теплогенератора на твердом топливе к системе дымохода диаметром 200 мм, высотой 10 п.м.

табл. 1

Производители	Материал	Элементы дымохода	Цена на весну 2009 г., руб.
SCHIEDEL (Германия), система UNI	трехслойный дымоход, керамика с изоляцией в керамзитобетонных блоках	комплект дымохода 10 п.м. с верхним комплектом	55 804
SCHIEDEL (Германия), система Kerastar	трехслойный дымоход керамика с изоляцией в оболочке из нержавеющей стали	комплект дымохода 10 п.м., включая ревизию	115 520
ROSINOX (Россия)	утепленный дымоход из нержавеющей стали марки AISI 310, толщина 0,8 мм	комплект дымохода 10 п.м., включая ревизию	90 100
«ВУЛКАН» (Россия)	толщина 1 мм	–	н.д.
TONA (Германия)	трехслойный дымоход, керамика с изоляцией в керамзитобетонных блоках	комплект дымохода 10 п.м.	69 000
PLEWA (Германия)	трехслойный дымоход, керамика с изоляцией в керамзитобетонных блоках	комплект дымохода 10 п.м.	66 000

■ Одностенный дымоход, диаметром 200 мм, высотой 10 п.м. (для использования в кирпичных шахтах)

табл. 2

Производители	Материал	Вид топлива	Элементы дымохода	Цена на весну 2009 г., руб.
SCHIEDEL (Германия), система Keranova	профилированная керамика	твердое, газ, дизель	комплект дымохода 10 п.м. с верхним комплектом	35 590
ROSINOX (Россия)	нержавеющая сталь марки AISI 316, толщина 0,5 мм	газ, дизель	комплект дымохода 10 п.м., включая ревизию	19 720
«ВУЛКАН» (Россия)	нержавеющая сталь марки AISI 321, толщина 0,5 мм	газ, дизель	комплект дымохода 10 п.м., включая ревизию	19 610 (овальный дымоход)
«БАЛТВЕНТ» (Калининград)	нержавеющая сталь марки AISI 316, толщина 0,6 мм	газ, дизель	комплект дымохода 10 п.м., включая ревизию	14 800
«ТРАНКОЛ» (Россия)	нержавеющая сталь марки AISI 304, толщина 0,5 мм	газ	комплект дымохода 10 п.м., включая ревизию	13 430
VOFILL (Испания)	нержавеющая сталь марки AISI 304, толщина 0,5 мм	газ	комплект дымохода 10 п.м., включая ревизию	19 440

■ Подключение теплогенератора на газовом и жидком топливе к системе дымохода диаметром 200 мм, высотой 10 п.м.

табл. 3

Производители	Материал	Элементы дымохода	Цена на весну 2009 г., руб.
SCHIEDEL (Германия), система UNI	трехслойный дымоход керамика с изоляцией в керамзитобетонных блоках	комплект дымохода 10 п.м. с верхним комплектом	55 804
SCHIEDEL (Германия), система Kerastar	трехслойный дымоход керамика с изоляцией в оболочке из нержавеющей стали	комплект 10 п.м., включая ревизию	115 520
TONA (Германия)	трехслойный дымоход керамика с изоляцией в керамзитобетонных блоках	комплект дымохода 10 п.м.	69 000
PLEWA (Германия)	трехслойный дымоход керамика с изоляцией в керамзитобетонных блоках	комплект дымохода 10 п.м.	59 000
ROSINOX (Россия)	утепленный дымоход, сталь марки AISI 316 толщиной 0,5 мм	комплект 10 п.м., включая ревизию	53 600
«ВУЛКАН» (Россия)	утепленный дымоход, сталь марки AISI 321 толщиной 0,5 мм	комплект 10 п.м., включая ревизию	53 100
«БАЛТВЕНТ» (Калининград)	утепленный дымоход, сталь марки AISI 316 толщиной 0,6 мм	комплект 10 п.м., включая ревизию	48 900
«ТРАНКОЛ» (Россия)	утепленный дымоход, сталь марки AISI 304 толщиной 0,5 мм	комплект 10 п.м., включая ревизию	47 530
VOFILL (Испания)	утепленный дымоход, сталь марки AISI 316 толщиной 0,4 мм	комплект 10 п.м., включая ревизию	70 500

## ДЫМОХОДЫ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

**PRODUCTION** **ROSI NOX** **SALES**

ПОЛНЫЙ НАБОР ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ КОМПЛЕКТАЦИИ ДЫМОХОДА

ШИРОКИЙ ДИАПАЗОН ДИАМЕТРОВ 130–800 мм (другие диаметры – по запросу)

ПРОДУКЦИЯ СЕРТИФИЦИРОВАНА

(495) 363 3854, 912 0051; г. Клин (49624) 5 5658  
 info@rosinox-flue.ru; www.rosinox-flue.ru

www.rosinox-flue.ru

Применение нержавеющей дымовых систем из марки стали AISI 310 возможно только там, где применение керамических дымоходов невозможно по причине их более высокого веса. Приведем сравнение стоимости различных систем для твердого топлива с температурой эксплуатации до 800 °С (табл. 1).

В практике монтажа дымоходов нередки случаи применения одностенных дымоходов для реконструкции старых дымоходов и в качестве вставок в кирпичные шахты. Наряду с нержавеющими дымоходами в последнее время керамические дымоходные системы применяются и в этой сфере. Дымоходы из профилированной керамики (Schiedel Keranova), которые обладают малым водопоглощением применяются для котельных установок, работающих на газовом и жидком топливе и получили широкое распространение в виде вставки в кирпичный дымоход. Однако из-за высокой стоимости применение данной системы не всегда возможно. Из-за отсутствия в программе производства элементов диаметром больше 250 мм данная система не может быть применена с котлами мощностью больше 140 кВт. Одностенные вставки сравниваются в табл. 2.



Рис. 4. Участок подключения котла на дизельном топливе, выполненный из серии ферритных сталей AISI 400

Для котельных установок средней и большой мощности (больше 140 кВт) на газовом и жидком топливе в 90 % случаях применяется современные дымоходы из нержавеющей стали.

Основная проблема при эксплуатации нержавеющей дымоходов на низкотемпературных и среднетемпературных установках температурой до 300 °С связана с применением кустарных труб, изготовленных из низко сортной нержавеющей стали, которая неприменима для агрессивных кислотных сред продуктов сгорания. Поэтому при выборе данных систем особое внимание следует уделять материалу внутреннего контура нержавеющей дымохода.



Профилированная керамическая труба (Schiedel Keranova)

Применение нержавеющей стали ферритных и мартенситных серий AISI 400 недопустимо из-за слабой устойчивости к коррозии. Чаще всего для внутренней трубы нержавеющей утепленного дымохода применяются стали серий AISI 300. Стали марок AISI 304, 304 L используются в дымоходах для установок на газовом топливе и характеризуются устойчивостью к воздействию межкристаллической коррозии. Для дымоходов жидкотопливных котлов и конденсатных котлов на газовом топливе необходимо применять стали марок AISI 316, AISI 316 L, которую отличает наличие молибдена и более высокая стойкость к коррозии.

Сравним стоимость утепленных дымоходных систем для газа и жидкого топлива (табл. 3).

На сегодняшний день благодаря активной позиции на рынке заводов Rosinox и «Транкол», а также дымоходов Вулкан и сложной экономической ситуации в стране продукция российского производства имеет неоспоримое преимущество по сравнению с зарубежными аналогами по показателям «цена/качество». Также на российском рынке широко представлена продукция завода Балтвент (Калининград). Все производители имеют современную технологическую базу. Все продукты этих компаний имеют сертификаты соответствия, пожарные сертификаты, и гигиенические сертификаты. Программа поставок практически всех производителей включает все необходимые элементы и крепления.

В последнее время, благодаря стараниям производителей, их представителей и проектировщиков отношение к дымоходам как к второстепенным инженерным системам изменилось. Однако для четкого и однозначного решения в области дымоходной техники не хватает специализированных нормативных документов и правил. Также пока имеет место неразбериха в вопросах лицензирования трубо-печных работ, что зачастую откладывает на неопределенный срок единый порядок монтажа, освидетельствование, ввод в эксплуатацию и дальнейшее обслуживание дымоходов. □

По материалам сайтов [www.fireside.ru](http://www.fireside.ru), [www.trubomaster.ru](http://www.trubomaster.ru)



Посвящая себя будущему

testo 327

Наш стенд на SHK – 2.1 B08

Теперь с опцией



### Недорогой двухкомпонентный газоанализатор для измерений при настройке котлов и горелок

Включает все основные функции, такие как:

расчет КПД, потерь тепла с дымовыми газами, измерение концентрации  $O_2$ ,  $CO$ , расчет концентрации  $CO_2$  и измерение тяги, раздельное измерение температуры окр. среды, 8 видов топлива заложено в прибор, опция Bluetooth



Прочный и защищенный от повреждений, благодаря защитному кожуху из эластомера



Одинарный разъем для быстрого подсоединения зонда



Срок службы сенсоров до 3 лет



Измерительные ячейки легко могут быть заменены пользователем



Мощный Li-ion аккумулятор, заряжаемый в приборе или во внешнем зарядном устройстве (ресурс батареи 10 часов с работающим насосом)



Прочные зонды с предварительным пылевым фильтром в рукоятке зонда, предотвращают попадание пыли в газовый тракт прибора. Легко заменяется пользователем.



Встроенный конденсатосборник. Новая конструкция конденсатоуловителя. Конденсатоуловитель имеет собственный корпус и встроен в корпус инструмента, который защищает его от внешних воздействий. Это предотвращает неправильные результаты измерений, возникающие из-за утечек. Конденсатосборник можно легко и быстро опорожнить.

Цена комплекта testo 327-1 - 34 000 руб (с НДС)

Цена комплекта testo 327-2 - 44 000 руб (с НДС)



www.wallpaper.com

## Оценка возможности применения электроэнергии для целей теплоснабжения

Точка зрения о неприемлемости использования электроэнергии для целей теплоснабжения является почти общепринятой. В Концепции РАО «ЕЭС России» [1] отмечается «Нужны веские причины, чтобы дважды преобразовывать энергию топлива: сначала из тепла, выделившегося при сжигании топлива, получить электроэнергию с КПД не более 50 %, а затем электрическую энергию вновь преобразовывать в тепловую (пусть даже с КПД, близким к 100 %)». Можно показать, что это утверждение справедливо лишь в случае, если производство электроэнергии осуществляется в конденсационном режиме.

### Энергетическая оценка применения электроэнергии для теплоснабжения

Для оценки затрат энергии для теплоснабжения с применением электроэнергии предполагается гипотетическая схема, в которой вся энергия от ТЭЦ потребляется одной группой потребителей, соотношение электрической и тепловой мощностей ТЭЦ постоянны, постоянны также тепловая и электрическая нагрузки потребителей. Теплоснабжение объектов осуществляется либо только водяной системой, либо только за счет потребления электроэнергии (для объектов вне зону теплового покрытия ТЭЦ). В действительности возможно применение

комбинированной системы, которая в рамках всей группы потребителей рассматриваемой ТЭЦ может обладать более высокой экономичностью.

Целью рассматриваемого примера является не технико-экономическое обоснование целесообразности применения той или иной системы, а всего лишь сравнение затрат первичных энергоресурсов. Вводятся соотношения:

$$W = \frac{Q_{\text{ТП}}}{N_{\text{ЭМ}}} \text{ и } I = \frac{Q_{\text{ТР}}}{N_{\text{ТР}}},$$

где  $W$  — отношение тепловой производительности ТЭЦ  $Q_{\text{ТП}}$  к ее электрической мощности  $N_{\text{ЭМ}}$ ;  $I$  — отношение требуемой тепловой нагрузки потребителей

$Q_{\text{ТР}}$  к требуемой электрической нагрузке потребителей  $N_{\text{ТР}}$ . С учетом принятых соотношений, дополнительная тепловая мощность котельной, обеспечивающей требуемое количество тепла:

$$\Delta Q = Q_{\text{ТР}} - Q_{\text{ТП}} = N_{\text{ТР}}(I - W).$$

Если же недостаток тепловой мощности обеспечивается за счет электротеплоснабжения, дополнительная электрическая мощность ТЭЦ:

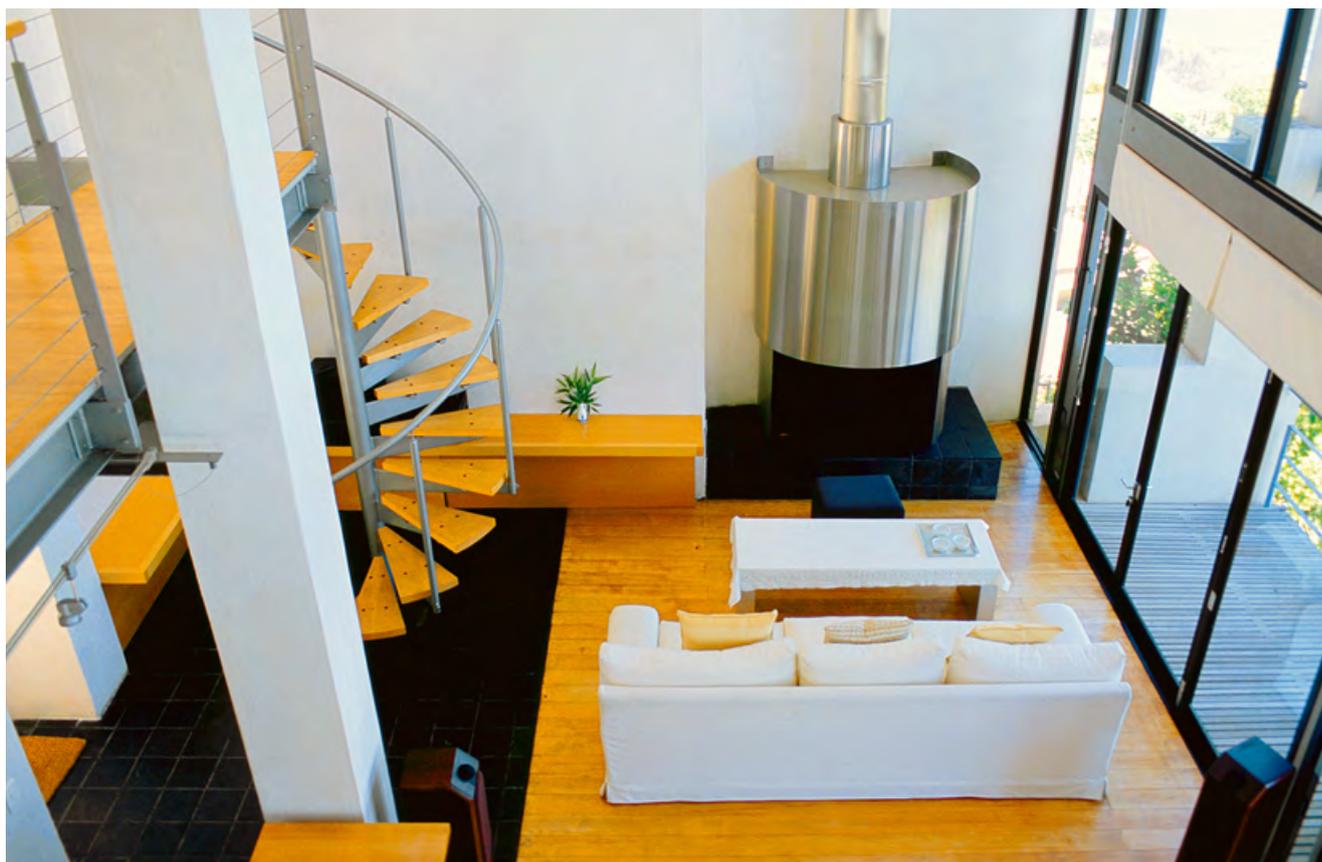
$$\Delta N = Q_{\text{ТР}} - (N_{\text{ТР}} + \Delta N)W,$$

или с учетом принятых соотношений:

$$\Delta N = (IN_{\text{ТР}} + \Delta N)W,$$

окончательно:

$$\Delta N = \frac{IN_{\text{ТР}}(I - W)}{1 + W}.$$



Таким образом, электротеплоснабжение потребует увеличения электрической мощности ТЭЦ, но это будет не пиковая малоэффективная мощность, а базовая — экономичная.

Можно заметить, что в частном случае, когда зона теплового покрытия ТЭЦ равна зоне электрического покрытия ( $W = I$ ),  $\Delta N = 0$ .

Отношение затрат топлива при прямом электроотоплении  $\Delta_{тэ}$  и для случая, когда для покрытия недостающей тепловой мощности используется котельная,  $\Delta_{тк}$  определится из выражения:

$$\Delta_{тэ} = \Delta_{тк} H_T \eta_{тэ}$$

где  $H_T$  — теплотворная способность топлива,  $\eta_{тэ}$  — КПД котельной. Дополнительная электрическая мощность ТЭЦ при электроотоплении:

$$N = \Delta_{тэ} H_T \eta_{э}$$

где  $\eta_{э}$  — электрический КПД ТЭЦ, тогда:

$$\frac{\Delta_{тэ}}{\Delta_{тк}} = \frac{\eta_{тэ}}{1 + W}$$

Но поскольку  $W = Q_{тп}/N_{эм} = \eta_{т}/\eta_{э}$ , где  $\eta_{т}$  — тепловой КПД ТЭЦ, кроме того,  $\eta_{т} + \eta_{э} = K_{ит}$  — коэффициент использования теплоты топлива (фактически это полный КПД ТЭЦ), то окончательно:

$$\frac{\Delta_{тэ}}{\Delta_{тк}} = \frac{\eta_{тэ}}{K_{ит}}$$

Получен ожидаемый результат — если при производстве электроэнергии в ТЭЦ «подбирается» по возможности все низкопотенциальное тепло, то соотношение расходов топлива при электротеплоснабжении и при теплоснабжении от котельной определяется лишь соотношением их полных КПД.

В настоящее время КПД котельной несколько больше, чем коэффициент использования теплоты топлива ТЭЦ. Например, в [2] приводятся такие значения:  $\eta_{т} = 0,9$ ,  $K_{ит} = 0,86$ .

Таким образом, электротеплоснабжение при существующем коэффициенте использования теплоты топлива ТЭЦ, даже если учитывать только затраты топлива, несколько уступает теплоснабжению от котельной. С учетом того, стоимость ТЭЦ значительно превышает стоимость котельной, применение электротеплоснабжения представляется еще менее целесообразным. Однако приведенные выше соотношения учитывают затраты энергии лишь на участке производства энергии. Если же учесть потери на участках транспортировки и потребления энергии непосредственно в отапливаемых помещениях, то позиции электротеплоснабжения уже не столь безнадежны. С учетом весьма укрупненных показателей потерь

энергии, (учтены только те показатели, по которым у рассматриваемых систем есть значительные отличия) приведенное ранее соотношение расходов топлива представится в виде:

$$\frac{\Delta_{тэ}}{\Delta_{тк}} = \frac{\eta_{тэ}}{K_{ит}} \frac{\eta_{сет.к}}{\eta_{сет.э}} \frac{\eta_{рег.к}}{\eta_{рег.э}}$$

где  $\eta_{сет.к}$ ,  $\eta_{сет.э}$  — коэффициент, учитывающий потери энергии при ее транспортировке от источника к потребителям, в т.ч. и на привод сетевых насосов;  $\eta_{рег.к}$ ,  $\eta_{рег.э}$  — коэффициент, учитывающий потери энергии вследствие несоответствия затрат энергии требуемому (здесь же учитываются «перетопы», потери в теплообменных аппаратах и т.п.).

С учетом указанных потерь система электротеплоснабжения может оказаться предпочтительнее. И если потери в тепловых сетях в случае применения труб с пенополиуретановой изоляцией могут оказаться не выше, чем технические потери в электрических сетях, то все энергетическое преимущество прямого электроотопления будет обеспечиваться за счет рационального управления теплоснабжением и в т.ч. учета отпускаемой энергии.

Так, например, по данным [3] применение местных электрических нагревательных приборов с автоматическим



www.worldwallpaper.com

терморегулированием отдельных помещений снижает годовой расход энергии на отопление не менее чем на 30%. К преимуществам электроотопления при использовании аккумуляции тепла может добавиться и возможность работы ТЭЦ в более экономичном режиме.

Аналогичным образом может быть проведена энергетическая оценка применения тепловых насосов для теплоснабжения.

В этом случае применения выражения для теплового баланса примут вид:

$$Q_{тр} = N_{эм} W + Q_{тн},$$

где  $Q_{тн}$  — количество теплоты, отдаваемое конденсатором теплового насоса в систему теплоснабжения,

$$Q_{тн} = \Delta N_{тн} \eta_{тн},$$

где  $\eta_{тн}$  — коэффициент преобразования теплового насоса, равный отношению количества теплоты, снимаемой с конденсатора к электрической мощности —  $\eta_{тн} = \eta_k \eta_{тн}$ , где  $\eta_k$  — коэффициент преобразования теплового насоса в цикле Карно:

$$\eta_k = \frac{t_k}{t_k - t_n},$$

где  $t_k$  — температура в конденсаторе теплового насоса;  $t_n$  — температура в испарителе теплового насоса;  $\eta_{тн}$  — степень приближения реального цикла к циклу Карно, для парокомпрессионного теплового насоса  $\eta_{тн} = 0,5-0,6$  [4];  $\Delta N_{тн}$  — дополнительная электрическая мощность ТЭЦ, необходимая для обеспечения работы теплового насоса.

С учетом приведенных соотношений уравнение теплового баланса примет вид:

$$N_{тр} I = (N_{тр} + \Delta N_{тн}) I + \Delta N_{тн} \eta_{тн},$$

а выражение для дополнительной мощности ТЭЦ, необходимой для привода теплового насоса (тепловых насосов):

$$\Delta N_{тн} = \frac{N_{тр} (I - W)}{W = \eta_{тн}}.$$

Отношение затрат топлива при теплоснабжении от теплового насоса и для случая, когда для покрытия недостающей тепловой мощности используется котельная

$$\frac{\Delta_{тн}}{\Delta_{тк}} = \frac{\eta_k \eta_{тн}}{W + \eta_{тн}},$$

с учетом того, что  $W = \eta_r / \eta_{тн}$ , это выражение можно представить в виде:

$$\frac{\Delta_{тн}}{\Delta_{тк}} = \frac{\eta_k}{\eta_r + \eta_{тн} \eta_{тн}},$$

а при  $\eta_k = 0$  (для КЭС) это выражение примет вид:

$$\frac{\Delta_{тн}}{\Delta_{тк}} = \frac{\eta_k}{\eta_{тн} \eta_{тн}},$$

При температуре в конденсаторе теплового насоса 350 К и температуре в испарителе 290 К величина  $\eta_{тн}$  примерно равна 3. Поскольку КПД КЭС составляет в настоящее время не более 50%, то экономия первичных энергоресурсов за счет применения теплового насоса в этом случае не так уж велика. При-

менение тепловых насосов для целей теплоснабжения более предпочтительно, когда электроэнергия для их привода производится не в конденсационном, а в теплофикационном режиме. Экономия энергии может значительно увеличиться при повышении температуры в испарителе теплового насоса за счет утилизации теплоты систем отопления и ГВС и понижения температуры в конденсаторе за счет применения низкотемпературного отопления типа «теплый пол».

В любом случае, приближенная оценка показывает, что теплоснабжение, обеспечиваемое электроэнергией, произведенной в теплофикационном режиме, по своим энергетическим характеристикам практически не уступает комбинированному — от ТЭЦ и котельной.

Таким образом, можно утверждать, что в идее электроотопления нет ничего «крамольного». «Степень технического совершенства потребителей тепловой и электрической энергии должна определяться по коэффициенту полезного использования топлива. КПИТ — это тот обобщенный универсальный показатель, который определяет степень технологической грамотности при решении задач по энергосбережению, как для потребителей, так и для производителей тепловой и электрической энергии. В настоящее время в практике расчетов и нормирования коэффициент полезного использования КПИТ использует-

ся недостаточно широко» [5]. В этой же работе отмечается, что выгоднее работать как можно с большими электрическими нагрузками на турбинах, что является еще одним преимуществом электротеплоснабжения.

Другим фактором, ограничивающим в настоящее время возможности применения электротеплоснабжения является то, что в жилищно-коммунальном секторе затраты энергии на теплоснабжение значительно превосходят бытовое потребление электроэнергии. Поэтому даже с учетом аккумулирования тепла пропускная способность электросетей низкого напряжения должна быть значительно увеличена, на что потребуются дополнительные инвестиции [1].

Тем не менее, есть основания предполагать, что соотношение между потреблением тепловой и электрической энергии будет меняться.

Во-первых, как показывает мировой опыт, имеется тенденция к повышению доли потребления электроэнергии для бытовых целей. Это потребует увеличения мощности системы электроснабжения жилья и сферы услуг. В основном эти потребители работают в дневное время.

Во-вторых, в строительстве ужесточаются нормы теплопотерь зданий. В статье [6] достаточно подробно обосновывается возможность применения электроотопления, при этом указывается, что для зданий, построенных по новым нормам, ограничивающим теплопотери, среднесуточные затраты энергии на отопление сравнимы по величине с потреблением электроэнергии. Таким образом, может сложиться такая ситуация, когда в жилом секторе в ночное время появится резерв электроэнергии, близкий по мощности к потребностям для целей теплоснабжения, а пропускная способность электросетей низкого напряжения в перспективе уже будет достаточной для обеспечения работы электротеплоснабжения.

В Энергетической стратегии города Москвы на период до 2025 г. предусмотрено внепиковое использование электроэнергии на обогрев помещений при длительных похолоданиях [7]. В принципе это могло бы применяться и постоянно, особенно там, где велики потери в тепловых сетях.

Как отмечается в [6], применение электронагревательных приборов электроаккумуляционного типа и автоматики ограничения максимума электро-



потребления, путем предпочтения осветительной и розеточной нагрузки отоплению и горячему водоснабжению, дает возможность перенести значительную часть электропотребления на ночное время, позволит выровнять внутрисуточный график электропотребления, введение сниженного ночного тарифа — уменьшить затраты на оплату за использованную электроэнергию.

В дальнейшем может сложиться такая ситуация, когда перспектива электротеплоснабжения будет неоднозначна. С одной стороны уменьшение тепловых потерь зданий и, соответственно, мощности, необходимой для отопления и увеличение мощности бытового электропотребления являются факторами, обеспечивающими преимущество электротеплоснабжения. Но, с другой стороны, с увеличением доли зданий с пониженной величиной теплопотерь, отношение зимней отопительной нагрузки к электрической нагрузке в целом по населенным пунктам будет уменьшаться (в настоящее время это соотношение равно 3,5 [2]). В предельном случае, когда это отношение сравняется с отношением электрической мощности ТЭЦ к тепловой, (зона электрического покрытия ТЭЦ совпадет с зоной теплового покрытия), электротеплоснабжение может оказаться невостребованным. Это произойдет не вследствие его недостаточной эффективности, а потому что некуда будет девать тепло, выдаваемое ТЭЦ.

Однако, с увеличением электрического КПД ТЭЦ, не исключено, что даже в случае широкого распространения энергоэффективных зданий могут появиться излишки электроэнергии, и наличие бивалентной системы теплоснабжения будет обеспечивать большую эффективность, по сравнению с чисто водяной системой (бивалентными называются системы, где совмещены два

типа отопления — например, водяное и электрическое). При этом водяная система теплоснабжения обеспечивает минимально допустимый температурный уровень теплового режима помещений, а электрическая часть выполняет функции «доводчика». Аналогичным образом может быть организована и работа системы ГВС. При этом будет проще обеспечить работу ТЭЦ в оптимальном режиме с максимальным коэффициентом использования топлива.

Снижение затрат энергии на отопление приведет к увеличению доли ГВС в системе теплоснабжения. Увеличение доли ГВС в общей мощности теплоснабжения может, в принципе, привести к тому, что практически все тепло, вырабатываемое ТЭЦ может быть использовано для целей ГВС, а электрическая надстройка будет использоваться для обеспечения пиковых режимов, регулирования мощности системы теплоснабжения и выравнивания графика потребления электроэнергии.

Значительное сокращение потерь энергии, затрачиваемой на отопление, может быть достигнуто за счет рационального регулирования процессом обеспечения требуемого температурного режима. В общем виде принципы рационального отопления можно сформулировать следующим образом: тепло подводить там, где это необходимо, тогда, когда это необходимо и ровно столько, сколько необходимо. Резервы энергосбережения в этом направлении особенно велики. Каждый градус «перегопа» увеличивает потребление энергии на 5%, а человек ощущает «перегрев» лишь после превышения комфортной температуры на 3–4°C [8]. По данным [9] использование погодного регулирования способно до 30% снизить потребление тепла зданием при одновременном повышении комфортности в его помещениях.

О потерях, обусловленных несоответствием фактической мощности системы отопления требуемой по времени и по месту, следует сказать особо. Привычной является такая работа системы отопления, когда требуемый температурный режим обеспечивается повсеместно и постоянно во всей квартире. Поэтому в этом случае, наверное, более уместно говорить не о потерях, а резерве экономии. Экономия энергии за счет реализации второго принципа — греть тогда, когда это нужно зависит от распорядка дня обитателей помещения. Для коттеджей, служебных помещений и общественных зданий этот принцип уже иногда реализуется.

Что касается локализации отопления в зависимости от потребности, т.е. осуществлять подвод теплоты в тех помещениях, где в этом есть необходимость, то традиционная водяная система отопления не может в полной мере обеспечить выполнение этого принципа. Этому препятствуют ограниченные возможности гидравлической системы регулирования расхода теплоносителя в теплообменных аппаратах и инерционность системы. Скорее всего, даже когда будет технически реализована возможность перевода системы отопления в режим ожидания, у потребителей не сразу появится привычка при уходе из помещения переключать его в этот режим, как это выполняется с освещением. Разумеется, для формирования такой привычки необходимо наличие приборов учета энергии, расходуемой на отопление.

Наиболее в полной мере эти резервы могут быть использованы при использовании системы электроотопления.

Особенно следует оценить возможность применения ИК-панелей (инфракрасного обогрева) в системах отопления. При этом, по данным работы [10] низкотемпературные ИК-отопительные панели (температура излучающей поверхности 25–50 °С) оказывают положительное влияние на организм человека и обеспечивают комфортный тепловой режим при меньшей температуре воздуха в помещении. Экономия электропотребления на отопление по сравнению с отопителями конвективного типа составляет не менее 20–30%. По прогнозам многих специалистов, технологии ИК-отопления получат широкое внедрение в самой ближайшей перспективе.

К преимуществам ИК-панелей следует также отнести их сравнительно невысокую стоимость, удобство монтажа

и большой ресурс работы. Возможны разнообразные варианты их исполнения, что позволяет органично вписывать их в интерьер квартир. Весьма ценным свойством ИК-панелей является возможность исполнения их в теплоаккумулирующем варианте, что позволит выровнять график энергопотребления. Но при этом снизится их способность оперативно реагировать на потребности в отоплении. Для сохранения их способности обеспечивать быстрый нагрев, потребуется усложненная тепловая структура панелей: одна часть — теплоаккумулирующая, другая — оперативная.

С учетом всех этих положительных свойств ИК-панелей целесообразно оценить возможность их применения в качестве регулируемой надстройки бивалентной системы отопления, в которой в качестве базовой принята водяная система отопления. Кроме того, как уже упоминалось ранее, применение ИК-панелей позволит снизить температуру теплоносителя в водяной системе отопления, что в свою очередь снизит потери в тепловых сетях, уменьшит скорость их старения, а повышение электрической нагрузки на ТЭЦ с одновременным понижением температуры теплоносителя приведет к повышению коэффициента использования теплоты топлива [5].

Возможно также применение ИК-панелей в особо неэнергоэффективных зданиях с ограниченным остаточным ресурсом, для которых нецелесообразно проводить мероприятия по утеплению. Поскольку ИК-панели обеспечивают комфортные условия при температуре воздуха, меньшей, чем с конвективными обогревателями, а также позволяют регулировать тепловую мощность отопления, то тепловые потери таких домов должны значительно сократиться. Стоимость таких панелей сравнительно невелика, кроме того, поскольку монтаж и демонтаж ИК-панелей, не представляет особых трудностей, то при переселении жильцов, эти панели могут быть демонтированы и установлены в новых квартирах.

Возможны различные варианты применения бивалентной системы теплоснабжения. Например, по мере удаления от ТЭЦ в зданиях уменьшается мощность водяной системы и увеличивается доля электрической надстройки. В принципе, особенно для энергоэффективных домов, возможно подключение водяной системы теплоснабжения к обратной магистрали системы теплоснабжения.

Таким образом, бивалентная системы теплоснабжения, включающая в себя базовую — водяную и электрическую надстройку, обладает большими возможностями повышения энергоэффективности, чем водяная и электрическая системы в отдельности.

Еще одним преимуществом электроотопления является наличие некоторого запаса экономичной базовой мощности. Хотя температура воздуха летом в России и ниже, чем в Калифорнии, но вследствие всеобщей «кондиционирования» летний период может оказаться достаточно напряженным с точки зрения энергоснабжения. Наличие дополнительной базовой мощности позволит более безболезненно обеспечить работу систем кондиционирования воздуха и холодильников в жаркое время года.

В отдаленной перспективе еще одно обстоятельство может оказать влияние на выбор типа системы теплоснабжения.

В настоящее время ведущие страны мира ищут новые источники энергии, не связанные с потреблением углеводородов. Происходят процессы, свидетельствующие о назревающих переменах в области энергетики. Многими исследователями отмечается, что попытки совершенствования существующих сегодня промышленных способов, средств получения энергии ведут в тупик. Ведущие нефтяные компании запада продают старый бизнес (связанный с нефтью) компаниям второго эшелона и внедряются в нетрадиционную энергетику. Также отмечается, что потенциал России в этой отрасли достаточно высок, прототипы новых энергетических установок можно получить в течение полтора-двух лет, и наши вероятные противники прилагают серьезные усилия по изъятию у России передовых технологий. В докладе заместителя генерального директора по науке Института энергетической стратегии А.И. Громова «Дорожная карта» государственной энергетической политики России» [11] отмечаются такие вызовы будущего для российской энергетики как: опережающее развитие неуглеводородной энергетики, появление новых источников энергии, энергоносителей и энерготехнологий. Сегодня накоплено достаточно большое количество экспериментальных фактов, которые подтверждают реальность аномального энергобаланса в генераторах энергии, при котором энергия на вы-



www.worldwallpaper.com

ходе значительно превосходит энергию, затраченную первичным источником. Как правило, такие явления проявляются в исследованиях, связанных с физическим вакуумом. Такие работы интенсивно проводятся в США, Германии, Японии и других странах. Экспериментальные достижения показывают, что мир приближается к практической реализации наинovelших способов получения энергии, немислимых даже несколько лет тому. Относительной монополией на новые способы получения избыточной энергии стремятся завладеть исследователи США, Германии, России, Франции, Швейцарии, Австралии и других стран, проводя активное патентование всех разрабатываемых технических решений [12].

По мнению В.С. Леонова [13] развитие базовой энергетики в XXI веке будет развиваться на принципиально новых фундаментальных теоретических и экспериментальных открытиях в области естествознания. В первую очередь это относится к открытию элементарного кванта пространства — квантона — в теории УКС (упругой квантовой среды) и эффекту Ушеренко сверхглубокого проникания микрочастиц в стальные преграды (мишени). Реакторы нового типа, в буквальном смысле работающие на песке, уже в ближайшей перспективе могут заменить на АЭС реакторы на урановом топливе, что позволит обеспе-

чить им высокую экологичность и экономичность. Имеется информация и о других перспективных разработках.

В настоящее время проблематично определить, насколько реальна перспектива применения всех этих инноваций в энергетике в ближайшем будущем. Но исключать возможность этого не следует. Бивалентная система теплоснабжения обеспечивает большие возможности адаптации к возможным изменениям в энергетике, чем другие известные системы.

### Выводы

1. Использование электроэнергии для целей теплоснабжения при производстве электроэнергии в теплофикационном режиме по затратам первичных энергоресурсов практически не уступает теплоснабжению от котельной.
2. Преимуществом электрической системы теплоснабжения является возможность использование единого источника энергии, как для целей теплоснабжения, так и для электроснабжения. Поскольку электроэнергия может быть преобразована в тепловую энергию, а тепловая энергия может быть аккумулирована (в объеме суточной потребности), то электротеплоснабжение будет способствовать выравниванию суточного графика энергопотребления, что является весьма ценным при существующих возможностях регулирования ТЭЦ.

3. Применение электроэнергии для целей теплоснабжения позволит обеспечить запас мощности для работы кондиционеров и холодильников в жаркое время года.

4. Поскольку при существующих способах производства электроэнергии (на ТЭЦ) неизбежны «тепловые хвосты», то в ближайшем будущем неизбежно применение традиционной водяной системы теплоснабжения. Наиболее эффективным будет использование бивалентной системы теплоснабжения, которая обеспечивает кумулятивный эффект от ее применения. Это проявляется в сокращении затрат на теплоснабжение за счет возможностей регулирования и учета, понижения температуры теплоносителя в сетях, уменьшении потерь в тепловых сетях и скорости их старения, увеличении коэффициента использования теплоты топлива ТЭЦ.

5. Судя по открытым источникам информации, в энергетике назревают значительные изменения. Электротеплоснабжение (в т.ч. в составе бивалентной системы) имеет большие, чем другие современные системы возможности для адаптации к этим возможным изменениям. □

1. Концепция РАО «ЕЭС России» технической и организационно-экономической политики в области теплофикации и централизованного теплоснабжения.
2. Жарков С.В. О приоритетах развития газотурбинной техники // Газотурбинные технологии. №12/2007.
3. Перспективы использования электроотопления жилых и общественных зданий // polimerlak.ru/electrobeton/beton1.
4. Холодильные машины. Справочник под ред. А.В. Быкова. — М.: «Легкая и пищевая промышленность», 1982.
5. Богданов А.Б. Универсальная энергетическая характеристика ТЭЦ // exergy.narod.ru.
6. Ливчак В.И. К вопросу использования газовых котельных в качестве источника теплоснабжения или электрической энергии // Энергосбережение. №3/2000.
7. Об Энергетической стратегии города Москвы на период до 2025 г. // Энергосбережение. №6/2008.
8. Системы отопления с аккумуляцией тепла. www.akteplo.ru.
9. Кравчук А. Энергосбережение. Основные источники потерь в тепловых системах и способы их устранения // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». №6/2007.
10. Маслов В.В. Системы отопления. Экология, экономика, история и перспективы. www.softtherm.ru.
11. Доклад Громова А.И. «Дорожная карта» государственной энергетической политики России» Круглый стол «Механизмы государственной энергетической политики на период до 2030 г.» от 3 августа 2008 г.
12. Энергетика XXI века. Энергогенерирующие устройства с избыточной энергией на выходе. http://siac.com.ua.
13. Леонов В.С. Холодный синтез в эффекте Ушеренко и его применение в энергетике. — М.: Агропрогресс, 2001.



www.worldwallpaper.com

# Смоленская теплосеть: от небаланса к приборному учету

Одним из необходимых условий для реформирования российского централизованного теплоснабжения является массовое внедрение приборного учета тепловой энергии. Применение теплосчетчиков позволяет перейти к оплате реального потребления тепла и отказаться от устаревшей системы расчетов, основанной на нормативах. Благодаря этому платежи становятся понятными и прозрачными для всех участников рынка — генерирующих предприятий, теплосетей и управляющих компаний (а значит, и для потребителей).

Специалисты считают, что для комплексного контроля за теплопотреблением приборами учета должны оснащаться как объекты конечных потребителей, так и тепловые пункты. К сожалению, подобный комплексный подход далеко не всегда по карману российским регионам, где, несмотря на очевидные выгоды, переход на приборный учет идет довольно медленно. Здесь разрабатываются и воплощаются в жизнь более скромные программы реформирования — в соответствии с существующими финансовыми возможностями. Мы расскажем об одном из таких интересных проектов. Вот уже более двух лет его реализует МУП «Смоленсктеплосеть», основной поставщик тепла в Смоленске, городе с развитым централизованным теплоснабжением.

## Прошлое и настоящее

Подомовый учет тепла в Смоленске распространен пока весьма слабо. Расчет с теплосетевой компанией по показаниям подомовых теплосчетчиков ведется лишь в домах, управляемых ТСЖ, — это не более 5% всего жилого фонда города.

Фото компании-производителя.



Для них цену гигакалории определяет региональная энергетическая комиссия Смоленской области.

Жители более чем 2000 многоквартирных домов (почти 80% жилого фонда города), находящихся под управлением МУП «Жилищник», до сих пор оплачивают тепло по нормативам, которые утверждаются администрацией города исходя из расчетов московского Центра муниципальной экономики.

В этих условиях главной мотивацией преобразований для Смоленской теплосети стала необходимость упорядочить расчеты с теплогенерирующей компанией.

«Основной наш поставщик, вырабатывающий 80 процентов тепла в городе, — это ТЭЦ Смоленской региональной генерации, филиала «ТГК-4», — рассказывает Виктор Горохов, мастер службы КИП МУП «Смоленсктеплосеть». — Когда расход тепловой энергии вычислялся расчетными методами, в зависимости от

температуры наружного воздуха и нормативов потребления, поставщик нередко заявлял о большем количестве отпущенного тепла, чем поступало нам на самом деле. В результате возникала ситуация так называемого небаланса, из-за которого мы несем непредвиденные расходы. Чтобы его ликвидировать, необходимо было перейти на расчеты по фактическому поступлению тепла. С этой целью в 2006 году на линии балансового разграничения, а именно на ЦТП, мы начали устанавливать приборы учета. К настоящему времени у нас теплосчетчиками оснащено до 80 процентов всех ЦТП. Сейчас в эксплуатацию принято более 130 приборов учета, и еще около 30 теплосчетчиков будет сдано в ближайшее время. Совокупно по ним считается 76 процентов всей тепловой энергии, проходящей по нашим сетям. Полученные с теплосчетчиков данные мы используем для расчетов с поставщиком тепла. Так что проблема небаланса в целом решена».

#### ...и опыт, сын ошибок трудных...

Коммерческий учет тепла обуславливает жесткие требования к приборам учета, которые устанавливаются в тепловых пунктах. Каждый теплосчетчик принимается к эксплуатации представителем теплогенерирующего предприятия, и теплосеть несет ответственность за его безукоризненную работу. За два года работы специалисты теплосети выработали для себя четкие критерии, которым должен соответствовать оптимальный теплосчетчик.

«У нас накоплен большой опыт эксплуатации разных приборов учета. Среди них есть и «вертушки», и ультразвуковые, и электромагнитные, — рассказывает Евгений Конев, инженер-теплотехник МУП «Смоленсктеплосеть». — По результатам двух лет работы на первом месте по надежности ультразвуковые расходомеры Ultraflow. Они же оказались самыми удобными в плане широты диапазона по расходу. Дело в том, что расход зимой и ле-

том значительно различается, и далеко не все приборы попадают в этот диапазон, что вполне резонно может вызвать претензии со стороны теплогенерирующей компании. Больше всего проблем отмечалось с тахометрическими приборами. «Вертушки» часто останавливаются из-за посторонних предметов в трубопроводе (камни, окалина, куски резины). Чтобы восстановить работу, приходилось останавливать систему, сливать часть воды и разбирать расходомер. Поскольку теплосчетчики, работающие в ЦТП, находятся на балансе теплосети, для нас имеет большое значение, насколько большими окажутся эксплуатационные расходы. Мы заинтересованы в таких приборах, которые могут без потери метрологических характеристик работать долгие годы. Уже стало очевидно, что более надежные, но и более дорогие теплосчетчики, дольше служащие без отказов и поломок, окупаются быстрее и по результатам нескольких лет эксплуатации оказываются выгоднее дешевых аналогов».

Специалисты теплосети также отмечают, что в работе с теплосчетчиками важны простота монтажа и настройки, легкий и удобный съем информации. Востребованной оказалась и возможность автономного питания приборов.

«В тепловычислителях Multical, которые мы используем, элемента питания хватает на десять лет, — поясняет Евгений Конев. — Это удобно в том плане, что отпадает необходимость в сложном электромонтаже. К тому же, чтобы защитить приборы от воздействия помех в электросети, их приходится подключать через сетевые фильтры или устройства бесперебой-

ного питания, что делает монтаж значительно дороже».

#### О перспективах

Руководство теплосети считает, что установка теплосчетчиков в тепловых пунктах является необходимым, но далеко не единственным шагом по пути реформы смоленской системы теплоснабжения.

«У нас в городе взят четкий курс на установку общедомовых приборов учета. Думаю, процесс этот завершится за несколько лет, и нам станет проще работать с потребителями. Да и они смогут экономить немалые средства, — считает Антон Ладонкин, директор МУП «Смоленсктеплосеть». — Ясно, что система расчета платежей на основании нормативов потребления тепла изжила себя. В спорных ситуациях между теплоснабжающей организацией и потребителем приборы учета могут снять разногласия. В мире не придумали еще лучшего средства контроля за потреблением энергоресурсов, чем теплосчетчики».

Что касается «Смоленсктеплосети», то в числе наших планов — устройство сети диспетчеризации для дистанционного контроля работы ЦТП и сбора данных с теплосчетчиков. Пока этот вопрос прорабатывается, еще не выбрано конкретной технической реализации, и нет определенности, будет ли связь осуществляться по радиоканалу или, например, по сети Интернет. Но мы рассчитываем, что с помощью этой системы получится организовать мониторинг тепловых пунктов и оперативно выявлять потери на теплотрассах. □

Пресс-служба Kamstrup.



Фото: компания-производитель.



www.ofwallpaper.com

# Повышение эффективности утилизации вторичных энергоресурсов инженерными системами промышленных предприятий

Не секрет, что в технологических процессах ряда промышленных предприятий имеются избытки теплоты, а на других — потребность. Кроме того, потенциальными потребителями теплоты являются инженерные системы этих предприятий. Для полезного использования избытков теплоты (ВТЭ), выделяющегося в технологическом процессе, а также его перераспределения, широкое распространение нашли системы с промежуточным теплоносителем.

**Автор** А.Г. АНИЧХИН, к.т.н.

Как, правило, эти системы состоят из каналов, по одному из которых перемещают теплоноситель вторичных энергоресурсов (ВЭР), а по другим — теплоноситель потребитель теплоты ВЭР (например, наружный воздух приточной системы вентиляции). В каждом канале устанавливаются теплообменники. Теплообменники объединены между собой циркуляционным контуром, по которому специальным побудителем перемещается промежуточный теплоноситель [1]. Эти установки позволяют эффективно использовать теплоту ВЭР, в основном, для утилизации теплоты одиночных источников ВЭР.

При наличии нескольких источников ВЭР приходится применять несколько

таких установок, но при этом не всегда удается полностью использовать рабочие диапазоны начальных и конечных параметров теплоносителей ВЭР и потребителей теплоты ВЭР, не говоря уже о перераспределении теплоты ВЭР между потребителями.

Поэтому в технике нашли применение групповые, теплоутилизационные системы. В этих системах имеется несколько теплоносителей с различными рабочими диапазонами начальных и конечных граничных параметров ВЭР и потребителей теплоты ВЭР.

Теплообменники, установленные в каждом канале, соединены между собой циркуляционным контуром промежуточного теплоносителя [2].

Этим установкам свойственны следующие недостатки:

- хотя системы позволяют воспринять максимальные параметры теплоносителей ВЭР в ряде каналов, но тут же теряют их за счет смешения с промежуточным теплоносителем, отводимым от теплообменников, размещенных в каналах теплоносителей ВЭР с пониженными параметрами;
- не представляется возможным эффективно использовать максимальный потенциал имеющегося в наличии теплоносителя ВЭР, для индивидуального нагрева, хотя бы одного из теплоносителя потребителя ВЭР.

Ниже дается описание теплообменной установки (рис. 1), которая позволяет устранить указанные недостатки, повысить эффективность передачи теплоты, ее использования и перераспределения. Это достигается тем, что теплообменники, в каждом канале, выполняются из секций. Количество и размер секции обуславливается промежутками между соседними по величине граничными параметрами всех теплоносителей в рабочем диапазоне начальных и конечных параметров теплоносителя соответствующего канала, а входы и выходы промежуточного теплоносителя из секций в пределах каждого промежутка, дополнительно соединены между собой перемычками.

Таким образом, секции теплообменников в пределах каждого промежутка образуют теплообменную систему, обеспечивающую участие их в теплообмене как по основным потокам теплоносителей ВЭР и потребителей ВЭР, но и также по образовавшимся индивидуальным циркуляционным кольцам промежуточного теплоносителя между основными теплообменивающимися потоками. Именно перемычки позволяют регулировать расходы промежуточного теплоносителя по кольцам, обеспечивая оптимальные расходы промежуточного теплоносителя [1]. В зависимости от сочетаний начальных и конечных граничных параметров теплоносителей на некоторых перемычках может оказываться, что требуется устанавливать местные побудители (насосы) движения теплоносителей. На рис. 1 представлена принципиальная схема такой групповой системы утилизации с промежуточным теплоносителем.

Система содержит две группы каналов 1, 2 для перемещения теплоносителей ВЭР 3, 4, 5, 6 и перемещения потребителей теплоты ВЭР 7, 8, 9, 10, 11. Каждый канал по своим техническим или

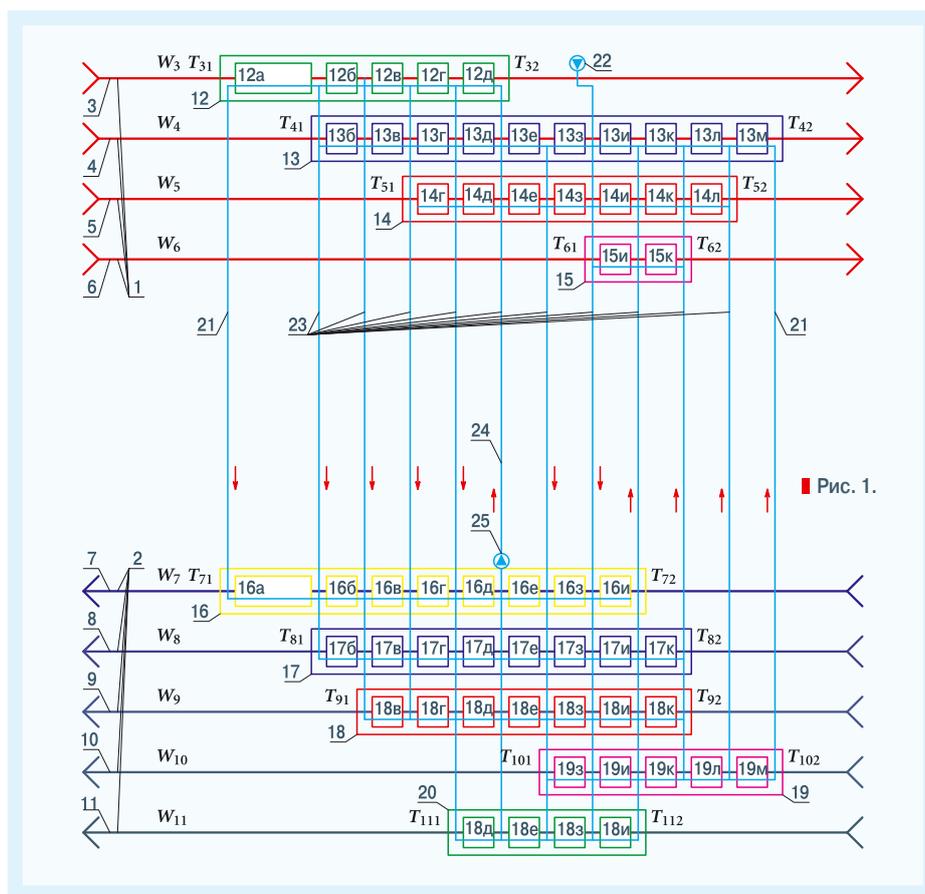


Рис. 1.

технологическим особенностям теплоносителя допускает различные рабочие диапазоны начальных и конечных граничных параметров. Следует отметить, что приводимый на рис. 1 вариант системы, умышленно взят несколько утрированным, чтобы наиболее полно пояснить работу системы. Так, в качестве примера, для теплоносителей ВЭР, перемещаемых по каналам 3, 4, 5, 6, примем рабочие диапазоны начальных и конечных граничных параметров для ВЭР канала 3: тепловой эквивалент теплоносителя\*  $W_3 = 3 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$ , начальный параметр (температура)  $t_{31} = 100^\circ\text{C}$ , конечный параметр (температура)  $t_{32} = 55^\circ\text{C}$  и, соответственно, для каналов 4, 5, 6:  $W_4 = 4 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$ ,  $t_{41} = 90^\circ\text{C}$ ,  $t_{42} = 15^\circ\text{C}$ ;  $W_5 = 2 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$ ,  $t_{51} = 70^\circ\text{C}$ ;  $t_{52} = 20^\circ\text{C}$ ;  $W_6 = 1,5 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$ ,  $t_{61} = 45^\circ\text{C}$ ,  $t_{62} = 30^\circ\text{C}$ . Аналогично для теплоносителей потребителей ВЭР, перемещаемых по каналам 7, 8, 9, 10, 11 соответственно:  $W_7 = 1,5 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$ ,  $t_{71} = 90^\circ\text{C}$ ,  $t_{72} = 25^\circ\text{C}$ ;  $W_8 = 2,5 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$ ,  $t_{81} = 80^\circ\text{C}$ ,  $t_{82} = 20^\circ\text{C}$ ;  $W_9 = 1 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$ ,  $t_{91} = 70^\circ\text{C}$ ,  $t_{92} = 20^\circ\text{C}$ ;  $W_{10} = 2 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$ ,  $t_{101} = 40^\circ\text{C}$ ,  $t_{102} = 5^\circ\text{C}$ ;  $W_{11} = 1,8 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$ ,  $t_{111} = 50^\circ\text{C}$ ,  $t_{112} = 25^\circ\text{C}$  (численные значения приведены для примера и представлены на рис. 2).

В каждом канале 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 размещены теплообменники 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, соединенные циркуляционным контуром 21 промежуточного теплоносителя с побудителем 22.

Теплообменники выполнены из секций, количество которых в каждом канале обусловлено промежутками а, б, в, г, д, е, з, и, к, л, м между соседними по величине граничными параметрами  $t_{i1}$  и  $t_{i2}$  (здесь  $i$  — номер канала, 1 — больший параметр для канала, а 2 — меньший) теплоносителей в рабочем диапазоне начальных и конечных параметров теплоносителя  $t_{i1}$  и  $t_{i2}$  соответствующего канала.

Согласно рис. 1, если рассматриваем, например канал 4, то его рабочий диапазон ограничивается начальными и конечными параметрами  $t_{41} = 90^\circ\text{C}$ ,  $t_{42} = 15^\circ\text{C}$  и в этот диапазон включаются 10 промежутков б, в, г, д, е, з, и, к, л, м, обусловленных соседними по величине граничными параметрами  $t_{41}, t_{81}, t_{91}, t_{51}, t_{111}, t_{32}, t_{101}, t_{61}, t_{72}, t_{112}, t_{62}, t_{82}, t_{92}, t_{52}, t_{42}, t_{102}$ . Для удобства каждой секции на рисунке присвоено обозначение, состоящего из номера теплообменника который она составляет с индексом, характеризующего промежуток. Так, секция

\* Тепловым эквивалентом теплоносителя  $W [\text{Вт/}^\circ\text{C}]$  называется отношение мощности теплового потока к разнице температур, т.е.  $Q/\Delta t$ , где  $Q$  — мощность теплового потока, Вт;  $\Delta t$  — разница температур теплоносителя на входе и выходе из контура,  $^\circ\text{C}$ .

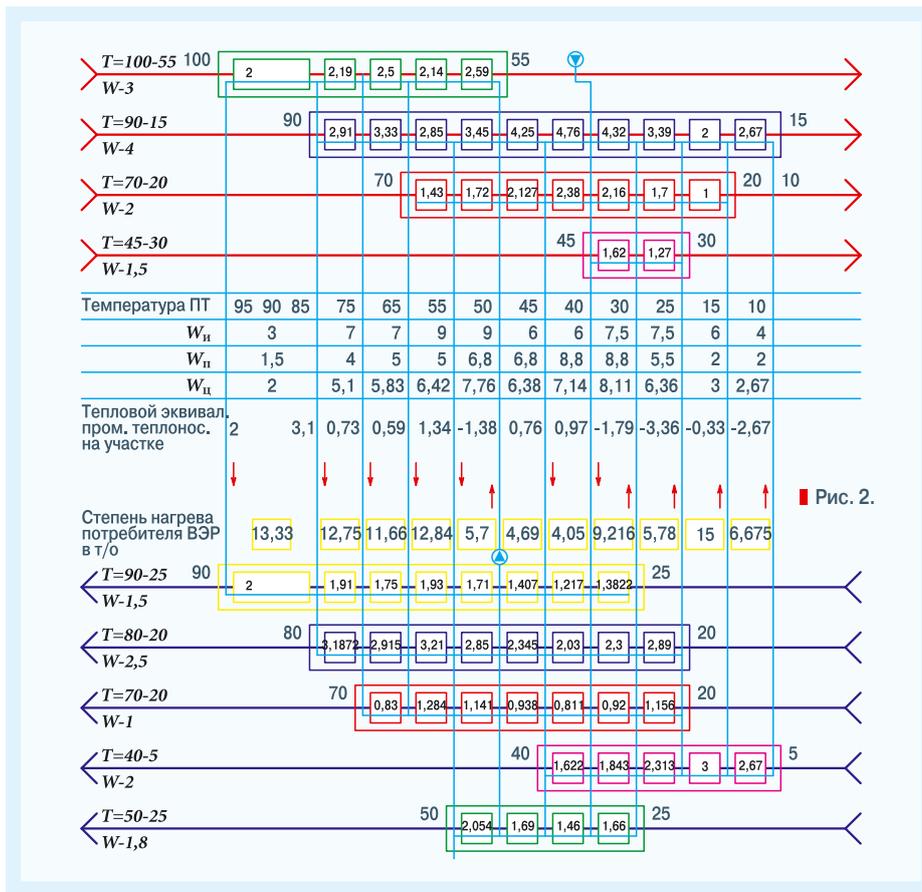


Рис. 2.

16е — это секция является неотъемлемой частью теплообменника 16, смонтированного в канале 7 и работающая в промежутке «е» соседних по величине граничных параметров теплоносителей.

Входы и выходы промежуточного теплоносителя всех секций в пределах каждого промежутка, дополнительно соединены перемычками 23.

По крайней мере, на одной, из перемычек 24, может быть установлен вспомогательный побудитель 25 движения промежуточного теплоносителя. Как выявится из расчетов с учетом принятых выше параметров, именно на перемычке 24 требуется перекинуть часть промежуточного теплоносителя из теплообменников потребителей ВЭР в теплообменники теплоносителей ВЭР. Через две перемычки все перемычки будут транспортировать промежуточный теплоноситель в аналогичном направлении.

Порядок расчета таких систем:

1. Рассматриваем каждое циркуляционное кольцо, образованное секциями теплообменников теплоносителя ВЭР и секциями теплообменников потребителей ВЭР (например, секции 12а, 16а и т.д.) и соединяющими их перемычками.

2. Определяем величины тепловых эквивалентов теплоносителей ВЭР  $W_{нi}$  и потребителей теплоты ВЭР —  $W_{пi}$ .

3. По зависимостям [1, 2] определяем общий тепловой эквивалент промежуточного теплоносителя, который должен циркулировать в рассматриваемом кольце  $W_{цi}$ .

4. Далее в тех случаях, когда в циркуляционном кольце с одной стороны несколько секций, тепловой эквивалент распределяется между секциями одной стороны пропорционально тепловым эквивалентам, проходящим через них теплоносителей.

Так, для циркуляционного кольца «Д»  $W_{цi} = 7,76$  Вт/°С и распределяется, соответственно,  $W_{12д} = 2,59$  Вт/°С,  $W_{13д} = 3,45$  Вт/°С,  $W_{14д} = 1,72$  Вт/°С,  $W_{16д} = 1,71$  Вт/°С,  $W_{17д} = 2,85$  Вт/°С,  $W_{18д} = 1,14$  Вт/°С,  $W_{20д} = 2,054$ .

5. Определяем величины тепловых эквивалентов промежуточного теплоносителя, которые должны перетекать от секций с одной стороны системы в секции на другую сторону. Одновременно определяется направления их движения. Для этого начинаем с первого кольца по направлению движения теплоносителя ВЭР.

Согласно проведенным расчетам, через первое кольцо протекает промежуточный теплоноситель с  $W = 2$  Вт/°С, по второму соседнему должно циркулировать  $W = 5,1$  Вт/°С, следовательно, по второй перемычке должно быть переброшено на сторону потребителей теплоты ВЭР  $W = (5,1 - 2) = 3,1$  Вт/°С. Аналогично рассуждаем и на третьем кольце. По кольцу должно циркулировать  $W = 5,83$  Вт/°С, со второго кольца поступает  $W = 5,1$  Вт/°С, следовательно, по третьей перемычке должен проходить промежуточный теплоноситель, характеризующийся тепловым эквивалентом  $W = 0,73$  Вт/°С.

5. Определяем места размещения циркуляционных насосов. Основной циркуляционный насос следует установить на участке с большим тепловым эквивалентом.

6. Проводим анализ возможного движения промежуточного теплоносителя от основного насоса и выявляем перемычки, на которых невозможно обеспечить требуемое движение промежуточного теплоносителя. На этих перемычках устанавливаем вспомогательный насос.

7. Для определения степени нагрева и охлаждения теплоносителей ВЭР и потребителей теплоты ВЭР необходимо задаться температурами промежуточного теплоносителя. Обычно в системах утилизации ее принимают на стороне ВЭР на 3–5°С ниже температуры ВЭР, а на стороне потребителей теплоты ВЭР на те же 3–5°С выше.

Итак, рассмотренный в статье алгоритм компоновки систем утилизации обеспечивает наивысшую эффективность использования температурных потенциалов, гибкое перераспределение теплоты между потребителями и обеспечить утилизацию максимального количества теплоты. □

1. Аничкин А.Г. Расчет минимально необходимых площадей поверхностей теплообмена в системах утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем // в сб. ГипроНИИ АН СССР // Энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Наука, 1990.  
2. Аничкин А.Г. Условия термодинамической оптимизации передачи теплоты системами с промежуточным теплоносителем // Промышленная энергетика. №6/1991.



**КОМИТЕТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ  
ПРАВИТЕЛЬСТВА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА  
И  
ПЕТЕРБУРСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР**



**Готовят к открытию постоянно-действующую выставку  
“Новые строительные технологии, материалы  
и оборудование компаний строительного  
комплекса Санкт-Петербурга”**

**Выставка будет работать по адресу: Санкт-Петербург,  
Набережная реки Мойки, дом 76.**

**В рамках проекта планируются встречи с  
представителями профильных комитетов  
Правительства Санкт-Петербурга.**

**Прием заявок ведется по телефонам: (812) 496-52-14, 496-52-15,  
496-52-16 или по e-mail: olga@infstroy.ru, elena@infstroy.ru.**

**Контактные лица: Ольга Гольцова, Елена Соосаар.**

Реклама

**КОТЛЫ И ГОРЕЛКИ**  
**BOILERS AND BURNERS**



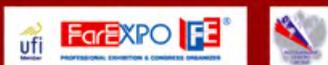
**VI**

МЕЖДУНАРОДНАЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ  
ВЫСТАВКА  
ПО ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

**26-29 мая**  
**Санкт-Петербург '09**

Петербургский СКК, пр. Ю. Гагарина, 8

Организаторы:



т./ф.: +7 (812) 777-04-07,  
+7 (812) 718-35-37,  
<http://www.farexpo.ru>,  
e-mail: [gas2@orticon.com](mailto:gas2@orticon.com)

# Устойчивость работы кондиционера в условиях высоких и низких температур наружного воздуха

Авторы В.С. ВЕРШИНИН, к.т.н.; Г.В. БОРОДАСТОВ

Значительная часть кондиционеров сплит-системы, присутствующих на российском рынке климатической техники, в соответствии со своими паспортными характеристиками, имеют стандартный диапазон температурных условий эксплуатации по наружному воздуху (согласно ISO 5151 для умеренного климата): от  $-7$  до  $+43$  °C (охлаждение: от  $+21$  до  $+43$  °C; нагревание: от  $-7$  до  $+21$  °C). Отдельные модели, предназначенные для эксплуатации в субтропических условиях, имеют верхнее ограничение по наружной температуре  $+52$  °C. Также имеются модели кондиционеров, разрешенных к эксплуатации при наружной температуре воздуха ниже  $-7$  °C. В свое время перед специалистами цеха №67 завода «Элемаш» была поставлена задача — экспериментальным путем исследовать устойчивость работы кондиционера сплит-системы настенного типа в режиме охлаждения в условиях высоких температур наружного воздуха (1-й этап испытаний) и функционирование кондиционера в режиме нагревания при низких температурах наружного воздуха (2-й этап испытаний). При этом температура наружного воздуха устанавливалась как в пределах разрешенного диапазона, так и с превышением верхней (при охлаждении) и нижней (при нагревании) границ.

## Общие условия проведения испытаний

Паспортные характеристики испытываемого кондиционера сплит-системы настенного типа — см. табл. 1.

Испытательное оборудование:

- климатическая камера Climatic Chamber US8-30/80 (производство фирмы Angeloantony, Италия) с программным обеспечением Kratos;
- регистратор температур MR-180 (производство фирмы Yokogawa, Япония).

1.2. Режим работы и устанавливаемая температура наружного воздуха параметры:

- режим работы кондиционера — охлаждение (1-й этап испытаний); нагревание (2-й этап испытаний);
- температура наружного воздуха — этап 1:  $+35$ ,  $+43$ ,  $+52$ ,  $+60$  °C DB; этап 2:  $-35$ ,  $-15$ ;  $0$ ;  $+15$  °CDB.

Далее перечислим регистрируемые характеристики функционирования кондиционера. **Этап 1** (режим охлаждения при высоких температурах наружного воздуха): температура воздуха на входе во внутренний блок, °C; температура воздуха на выходе из внутреннего блока, °C; температура трубки на входе в теплообменник внутреннего блока, °C; температура трубки на выходе из теплообменника внутреннего блока, °C; температура трубки на входе в теплообменник наружного блока, °C; температура трубки на выходе из теплообменника наружного блока, °C; температура нижней части компрессора, °C; температура верхней части компрессора, °C. **Этап 2** (режим нагревания при низких температурах наружного воздуха): температура воздуха на входе во внутренний блок, °C; температура воз-

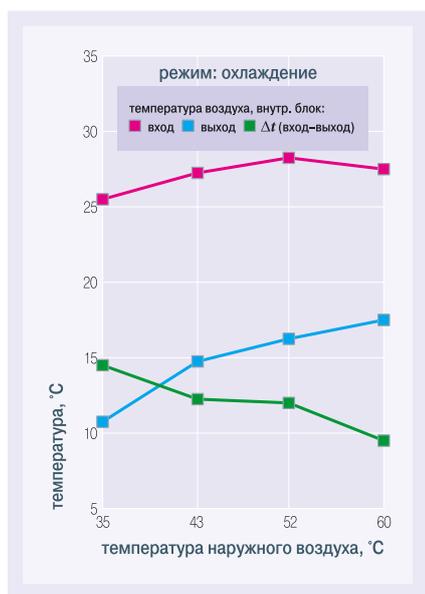


Рис. 1. Температурные характеристики воздуха в помещении при работе кондиционера в режиме охлаждения в условиях высоких температур наружного воздуха

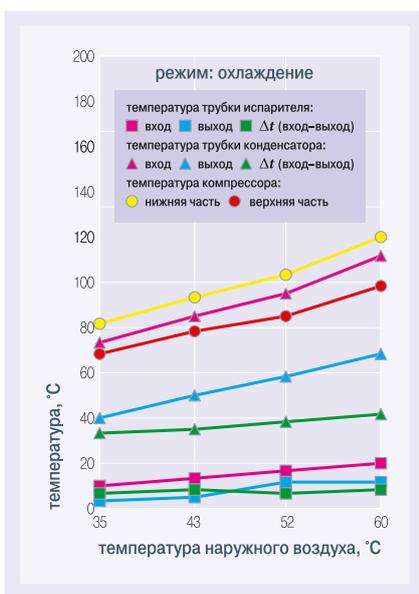


Рис. 2. Температурные характеристики кондиционера, работающего в режиме охлаждения в условиях высоких температур наружного воздуха

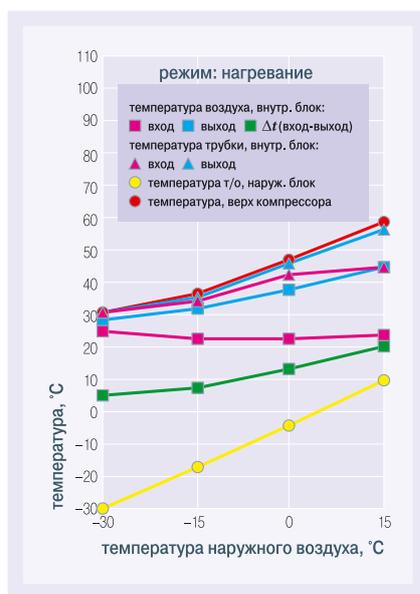


Рис. 3. Температурные характеристики кондиционера, работающего в режиме нагревания при низких температурах наружного воздуха

Паспортные характеристики испытываемого кондиционера сплит-системы настенного типа

табл. 1

№	Наименование характеристики	Значение
1	Холодопроизводительность, Вт	3200
2	Теплопроизводительность, Вт	3500
3	Воздухопроизводительность, м <sup>3</sup> /ч	490
4	Рекомендуемые температурные условия эксплуатации в режиме охлаждения: наружный воздух — нижний диапазон/наружный воздух — верхний диапазон, °C DB/°C DB	+21/+43
5	Рекомендуемые температурные условия эксплуатации в режиме нагрева: наружный воздух — нижний диапазон/наружный воздух — верхний диапазон, °C DB/°C DB	-7/+21

Результаты испытаний кондиционера по этапу 1 (режим охлаждения при высоких температурах наружного воздуха)

табл. 2

Характеристики	Режим охлаждения при температуре наружного воздуха			
	+35 °C	+43 °C	+52 °C	+60 °C
Температура воздуха на входе во внутренний блок, °C	25,6	27,3	28,5	27,6
Температура воздуха на выходе из внутреннего блока, °C	10,9	14,8	16,3	17,8
Разность температуры воздуха на входе и выходе из внутреннего блока, °C	14,7	12,5	12,2	9,8
Температура трубки на входе в испаритель, °C	9,4	12,9	15,5	18,9
Температура трубки на выходе из испарителя, °C	2,3	5,3	7,5	10,2
Разность температуры на входе и выходе из испарителя, °C	7,1	7,6	8,0	8,7
Температура трубки на входе в конденсатор, °C	72,8	83,7	94,8	110,0
Температура трубки на выходе из конденсатора, °C	39,9	49,4	57,5	68,3
Разность температуры на входе и выходе из конденсатора, °C	32,9	34,3	37,3	41,7
Температура поверхности в нижней части компрессора, °C	82,4	93,0	104,3	119,6
Температура поверхности в верхней части компрессора, °C	68,1	78,7	83,9	98,0

Результаты испытаний кондиционера по этапу 2 (режим нагрева в условиях низких температур наружного воздуха)

табл. 3

Характеристики	Режим нагрева при температуре наружного воздуха			
	-30 °C	-15 °C	0 °C	+15 °C
Температура воздуха на входе во внутренний блок, °C	25,6	24,1	23,5	24,7
Температура воздуха на выходе из внутреннего блока, °C	30,0	32,3	38,5	45,6
Разность температуры воздуха на входе и выходе из внутреннего блока, °C	5,6	8,2	15,0	20,9
Температура трубки на выходе из внутреннего теплообменника, °C	31,1	36,4	44,5	46,1
Температура трубки на входе во внутренний теплообменник, °C	31,5	36,9	47,5	58,4
Температура теплообменника наружного блока, °C	-30,5	-17,4	-3,5	10,0
Температура поверхности в верхней части компрессора, °C	31,2	38,6	47,5	60,2

духа на выходе из внутреннего блока, °C; температура трубки на выходе из теплообменника внутреннего блока, °C; температура трубки на входе в теплообменник внутреннего блока, °C; температура теплообменника наружного блока, °C; температура верхней части компрессора, °C.

### Результаты испытаний

2.1. Результаты испытаний кондиционера по этапу 1 (режим охлаждения при высоких температурах наружного воздуха) приведены в табл. 2 и на рис. 1 и 2.

2.2. Результаты испытаний кондиционера по этапу 2 (режим нагрева в условиях низких температур наружного воздуха) приведены в табл. 3 и на рис. 3.

### Заключение

3.1. Температура наружного воздуха оказывает очень существенное влияние на эксплуатационные характеристики работы кондиционера, включая его фактическую производительность.

3.2. Кондиционер сохраняет устойчивую работу в режиме охлаждения при температурах наружного воздуха, превышающих верхний предел рекомендуемого диапазона температур.

3.3. При работе кондиционера в условиях высоких температур наружного воздуха, его эксплуатационные характеристики, включая перепад температуры воздуха на входе и выходе из внутреннего блока, ухудшаются. Соответственно снижается и фактическая холодопроизводительность кондиционера.

3.4. При работе кондиционера в условиях высоких температур наружного воздуха значительно возрастает температура в компрессоре, что, со временем, может вызвать срабатывание защиты от перегрева и, соответственно, автоматическое отключение кондиционера.

3.5. Кондиционер сохраняет устойчивую работу в режиме нагрева при температуре наружного воздуха ниже минимального значения температуры, рекомендуемой производителем техники.

3.6. Чем ниже температура наружного воздуха, тем ниже фактическая теплопроизводительность кондиционера.

3.7. Регулярное техническое обслуживание и чистка фильтров и теплообменников позволяет улучшить теплообменные процессы, происходящие в кондиционере, и тем самым обеспечивает более устойчивую работу кондиционера при температурах наружной воздушной среды, выходящими за значения, рекомендуемые производителями кондиционерной техники. □

# Экономический анализ процессов увлажнения. Оценка эксплуатационных расходов\*

## Стоимость электрической энергии, прямо или косвенно затрачиваемой адиабатическим увлажнителем

Для работы увлажнителей энергия тратится не только на превращение воды в пар. Кроме производства теплоты все установки затрачивают электрическую энергию на собственные нужды. Эти затраты энергии, которые достигают для адиабатических установок значительной величины, являются следствием одного или нескольких факторов, перечисленных ниже (см. рис. 1).

## Основные потребители электроэнергии в увлажнителях

К основным потребителям электроэнергии относятся, в основном, следующие двигатели:

- электродвигатели роторных увлажнителей;
- насосы для поднятия давления воды;
- компрессоры для сжатия воздуха;
- колебательные контуры в ультразвуковых увлажнителях.

Мощность этих устройств пропорциональна объему распыляемой воды. Для удобства эту энергию можно выразить как удельное энергопотребление установки на единицу массы распыляемой воды  $SMEC$ , кВт·ч/(кг пара). Если годовую потребность в увлажнении обозначить  $Q_{hum, yr}$  [(кг пара)/год], то годовые затраты электроэнергии составят:

$$YMEC = Q_{hum, yr} SMEC, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год}.$$

## Энергопотребление вспомогательных устройств

Вспомогательные устройства включают в себя:

- рециркуляционный насос в увлажнителях с водяными баками;
- электродвигатель для вращения барабана увлажнителя;
- вентиляторы, распределяющие аэрозоль в воздухе.

\* Глава из книги Лаззарин Р., Налини Л. «Увлажнение воздуха. Технические, санитарно-гигиенические и энергетические аспекты», научное редактирование перевода — Е.П. Вишневецкий, к.т.н., корпорация United Elements (продолжение, начало в «С.О.К.» №3/2009)

Вспомогательные механизмы затрачивают энергию на приведение в движение различных элементов увлажнителя. Мощность этих механизмов более или менее постоянная, поэтому, независимо от производительности установки, затраченная энергия пропорциональна продолжительности работы увлажнителя. В этом случае для простоты сравнения потребляемую энергию установки можно выразить в виде удельной величины, равной отношению потребляемой мощности увлажнителя к его номинальной производительности  $G_{v, hum, nom}$ , выраженной в [(кг пара)/ч], что даст удельное энергопотребление вспомогательных устройств  $SAEC$  в [кВт·ч/(кг пара)]. Пусть  $YHOH$  — количество часов работы увлажнителя в год. Тогда годовое потребление энергии вспомогательных устройств можно рассчитать по следующему уравнению:

$$YAEC = (G_{v, hum, nom} SAEC) YHOH, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год}.$$

## Косвенные затраты энергии на циркуляцию горячей воды для проведения предварительного/окончательного подогрева воздуха

Теплота, которую необходимо компенсировать при понижении температуры воздуха в процессе адиабатного увлажнения, обеспечивается теплообменниками предварительного и/или окончательного подогрева, в которые подается горячая вода от теплоцентрали. Очевидно, что для работы циркуляционного насоса требуется дополнительная электроэнергия.

Удельный расход горячей воды  $Q_{w, sp}$ , которая необходима для компенсации тепла, затрачиваемого на испарение 1 кг воды при 20 °С в изохорном процессе — 2454 кДж/(кг пара) — рассчитывается по формуле:

$$Q_{w, sp} = \frac{1 \cdot r_{20^{\circ}\text{C}}}{c_w \Delta t_w} = \frac{1 \times 2454}{4,187 \times \Delta t_w} = \frac{586}{\Delta t_w}, \frac{\text{кг воды}}{\text{кг пара}} \left( \frac{\text{л}}{\text{кг пара}} \right),$$

где  $r_{20^{\circ}\text{C}}$  — скрытая теплота парообразования при 20 °С, кДж/(кг пара);  $c_w$  — теплоемкость воды, кДж/(кг·°С);  $\Delta t_w$  — разность температур воды на входе и выходе теплообменника, °С. Расход воды, рассчитанный по формуле:

$G_w = G_{w, sp} G_{v, hum, peak}$ , кг/ч (л/ч), представляет собой довольно большую величину и в среднем равен 20–30 % от расхода горячей воды, затрачиваемого на подогрев воздуха зимой.

Предположим, что разность температур горячей воды на теплообменнике составляет 10 °С. Тогда для производства 1 (кг пара) необходимо подать горячую воду в количестве около 60 кг (60 л). Если допустить, что внешнее давление на насосе составляет 2 бара при нормальном КПД насоса средней мощности, то удельное энергопотребление насоса, обозначаемое, как  $SPEC$ , будет равно 10–12 Вт/(кг/ч пара). За исключением насосов с переменной скоростью вращения, это энергопотребление соответствует затратам на циркуляцию горячей воды (которая иногда частично перепускается через третий штуцер регулирующего клапана теплообменника) и является постоянной величиной, не зависящей от фактической потребности в увлажнении. Эта величина пропорциональна  $YCOH$ , т.е. количеству часов работы системы кондиционирования. Годовое энергопотребление устройств этого типа описывается уравнением:

$$YPEC = (G_{v, hum, nom} SPEC) YCOH, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год}.$$

## Энергия, необходимая для преодоления аэродинамического сопротивления увлажнителя

Эти затраты энергии характерны для адиабатических увлажнителей, установленных в воздуховодах или системах кондиционирования воздуха, и необходимы для преодоления аэродинамического сопротивления брызгоуловителей и, в случае использования установок со смоченным наполнителем, самог увлажнителя.

Теоретическая мощность  $W_{\text{теор}}$ , затрачиваемая на прокачку воздуха, описывается уравнением:

$$W_{\text{теор}} = \frac{G_a \Delta p}{\rho_a} \cdot \frac{D_{\text{ж}}}{c} \quad (\text{Вт}),$$

где  $G_a$  — расход воздуха, (кг сухого воздуха)/с;  $\rho_a$  — плотность воздуха, (кг су-

хого воздуха)/м<sup>3</sup>;  $\Delta p$  — аэродинамическое сопротивление, Па. Обозначив полный расход воздуха как  $V_a$  [м<sup>3</sup>/ч] и предположив, что плотность воздуха  $\rho_a = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>, получим мощность  $W_{\Delta p}$ , необходимую для преодоления аэродинамического сопротивления  $\Delta p$ :

$$W_{\Delta p} = 6-9 \times 10^{-7} (V_a \Delta p), \text{ кВт}.$$

Обратите внимание, что мощность зависит от КПД электродвигателя и вентилятора и увеличивается с увеличением размеров установки.

Таким образом, годовое потребление электроэнергии на прокачку воздуха равно:

$$Y_{PDC} = W_{\Delta p} Y_{COH}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год},$$

где  $Y_{COH}$  означает количество рабочих часов в году. Фактически, эта энергия, которая физически выражает потери энергии на преодоление препятствий, затрачивается даже тогда, когда в увлажнении нет необходимости, например, при охлаждении воздуха. Данная энергия представляет собой довольно значительную величину: действительно, система кондиционирования с расходом воздуха 30 тыс. м<sup>3</sup>/ч (что типично для трехэтажного офисного здания с площадью помещений 1500 м<sup>2</sup>), работающая 5000 ч в году при аэродинамическом сопротивлении воздушных каналов 150 Па, составляет около 17 тыс. кВт·ч/год!

Данные затраты энергии не относятся к пористым барабанным увлажнителям, поскольку в них отсутствуют брызгоуловители.

Пусть  $EEUC$  [евро/кВт·ч] — стоимость электроэнергии, потребляемой увлажнителем. Тогда общие годовые расходы на электроэнергию  $YEEC$  с учетом каждого из описанных выше факторов составят:

$$YEEC = EEUC (Y_{MEC} + Y_{AEC} + Y_{PEC} + Y_{PDC}), \text{ евро}/\text{год}.$$

Типичные значения удельного энергопотребления  $SMEC$ ,  $SAEC$ ,  $SPEC$ , используемые для расчета годовых затрат электроэнергии на вспомогательном оборудовании, приведены в табл. 1.

### Потери энергии за счет теплового рассеивания в окружающую среду (в изотермических увлажнителях)

Это явление особенно характерно для изотермических увлажнителей, в которых расход пара, используемого для увлажнения, меньше, чем количество энергии, переданное кипящей воде из-за рассеяния тепла в самой установке и системе парораспределения. Соответствующий КПД  $\eta_{\text{loss}}$  определяется с помощью следующего выражения:

$$\eta_{\text{loss}} = \eta_s \eta_{dr} \eta_c,$$

где  $\eta_s$  — сезонный КПД бойлера, который равен произведению коэффициента  $\eta_{th}$  (полученного с учетом теплообмена между бойлером и окружающей средой) и коэффициента  $\eta_i$  (полученного

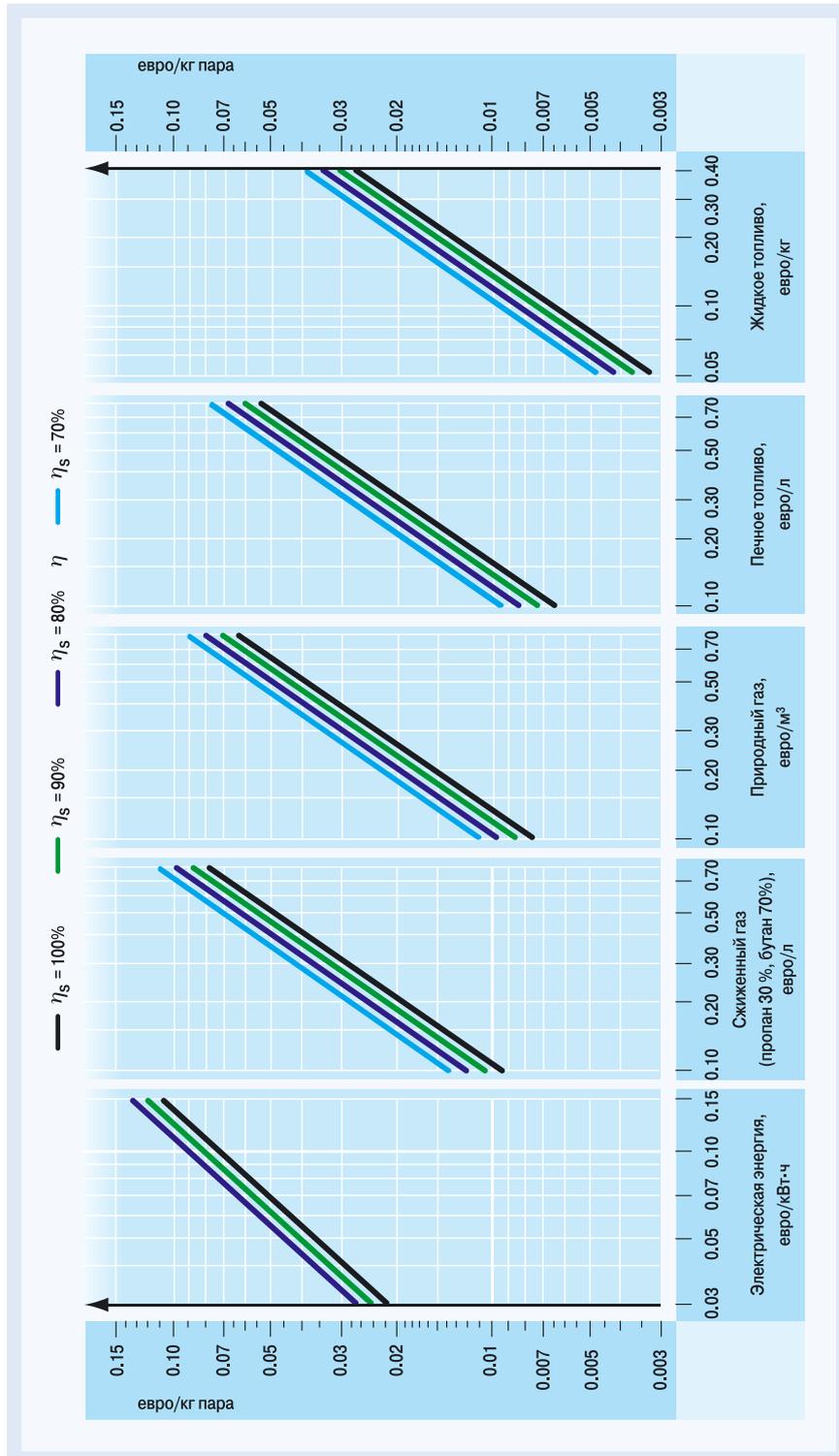


Рис. 1. Оценка стоимости теплоты, необходимой для производства пара при использовании различных источников энергии

Удельные затраты электроэнергии при работе адиабатических увлажнителей табл. 1

Увлажнение через воздуховоды				
Тип увлажнителя		SMЕС, кВт·ч/[(кг пара)/ч], основные затраты*	SAEC, кВт·ч/[(кг пара)/ч], дополнительные затраты**	SPEC, кВт·ч/[(кг пара)/ч], затраты на прокачку горячей воды***
<b>Адиабатические разбрызгиватели</b>				
Со смоченным наполнителем	с рециркуляцией	Незначительны	0,005–0,010	0,010–0,012
	без рециркуляции	Незначительны	Незначительны	0,010–0,012
<b>Пористые барабанные</b>				
<b>Роторные</b>				
<b>Со струйными форсунками</b>				
<b>С пневматическими форсунками</b>				
<b>Ультразвуковые</b>				
Непосредственное увлажнение помещения				
Тип увлажнителя		SMЕС, кВт·ч/[(кг пара)/ч], основные затраты*	SAEC, кВт·ч/[(кг пара)/ч], дополнительные затраты**	SPEC, кВт·ч/[(кг пара)/ч], затраты на прокачку горячей воды***
<b>Пористые барабанные с вентилятором</b>				
<b>Роторные с баком и вентилятором</b>				
<b>Со струйными форсунками</b>				
<b>С пневматическими форсунками</b>				
<b>Ультразвуковые с вентилятором</b>				

\* Производственные затраты, пропорциональные количеству производимой влаги. \*\* Затраты на вспомогательное оборудование (рециркуляционный насос, вентилятор), относящиеся к номинальной производительности увлажнителя и пропорциональные количеству рабочих часов УНОН. \*\*\* Дополнительные затраты на прокачку горячей воды через теплообменник-подогреватель ( $\Delta t_w = 10^\circ\text{C}$ ;  $\Delta p = 200 \text{ кПа}$ ), соответствующие расходу воды, умноженному на номинальную производительность увлажнителя, и пропорциональные количеству рабочих часов системы кондиционирования УСОН.

с учетом нестационарной или регулируемой работы установки);  $\eta_{др}$  — КПД установки, связанный с теплотой, выводимой при дренаже горячей воды, который используется для поддержания концентрации электролитов на уровне, необходимом для нормальной работы установки.

Поддерживая заданную концентрацию солей в бойлере в стационарных условиях, получим, что КПД  $\eta_{др}$  будет зависеть только от характеристик подпиточной воды. При использовании нормальной необработанной питьевой воды (с электрической проводимостью 300–500 мкСм/см) КПД  $\eta_{др}$  равен 97–99%. Обработка воды может значительно изменить этот параметр, как показано в следующем примере.

**Пример 1.**

Рассчитать коэффициент дренирования и КПД электрического бойлера, в который подается вода с высокой концентрацией соли (отношение временной жесткости воды к общей жесткости равно  $28^\circ\text{F}/54^\circ\text{F}$ , а начальная электрическая проводимость воды составляет  $\sigma_{20} = 800 \text{ мкСм/см}$ ), для следующих случаев: необработанная вода, умягченная вода. Предположим, что проводимость кипящей воды в стационарных условиях эксплуатации  $\alpha_{100} = 5000 \text{ мкСм/см}$ .

Необходимо рассчитать для обоих случаев затраты, связанные с дренированием воды, при паропроизводительности установки  $Q_{\text{hum, yr}} = 40000 \text{ кг/год}$  и удельной стоимости энергии  $EUC = 0,08 \text{ евро/(кВт·ч)}$ , что соответствует текущей стоимости производства пара  $SSPC = 0,061 \text{ евро/(кг пара)}$ .

1. При использовании необработанной воды коэффициент дренирования должен составлять  $\Delta R \approx (\chi_{\text{in.}}/\chi_{\text{fin}}) = 0,23$ . Соответствующий КПД дренирования равен  $\eta_{др} = 96\%$ .

Годовые затраты на энергию, ушедшую на паробразование, составляют:  
 $YEC = Q_{\text{hum, yr}} EUC = 40000 \times 0,061 = 2440 \text{ евро/год}$ .

Затраты на энергию, потерянную с дренажной водой, составляют:  
 $2440 \times (1/\eta_{др} - 1) = 2440 \times (1/0,96 - 1) = 100 \text{ евро/год}$ .

2. При снабжении бойлера такой же водой, но прошедшей умягчение, коэффициент дренирования составит  $\Delta R = 0,62$ , а КПД  $\eta_{др} = 79\%$ .

Затраты на энергию, потерянную с дренажной водой, составят:  
 $2440 \times (1/0,79 - 1) = 650 \text{ евро/год}$ .

Отсюда видно, что умягчение, хотя и позволяет избежать образования накипи, но ведет к увеличению производственных затрат в пропорции, которая иногда бывает совершенно недопусти-

мой, как в рассмотренном выше случае. Деминерализация воды, напротив, уменьшает как коэффициент дренирования, так и связанные с ним потери энергии почти до нуля.  $\eta_c$  — КПД, связанный с конденсацией пара в транспортных паропроводах и в системе распределения пара.

Как уже отмечалось, скорость течения пара незначительно влияет на теплообмен паропровода с окружающей средой, и поэтому количество теплоты, ушедшей наружу, определяется, в основном, физическими характеристиками установки (длиной, диаметрами труб, материалами, теплоизоляцией линий). При работе увлажнителя конденсация пара происходит почти постоянно, поэтому КПД  $\eta_c$  возрастает пропорционально моментальной паропроизводительности.

**Пример 2.**

Оценить работу автономного изотермического увлажнителя с номинальной паропроизводительностью  $G_v = 30 \text{ (кг пара)/ч}$ , соединенного шлангом из эластомера длиной 5 м с металлическим паропроводом длиной 1,2 м и диаметром 40 мм, установленным внутри воздуховода, скорость воздуха в котором равна 4 м/с. Необходимо рассчитать:

- внутренний диаметр шланга при условии, что его аэродинамическое сопротивление не более 500 Па (100 Па/м) при полной паровой нагрузке;
- конденсацию пара в нетеплоизолированном шланге и шланге, теплоизолированном слоем пенополиуретана толщиной 12 мм, теплопроводность которого равна  $l = 0,04 \text{ Вт/(м·}^\circ\text{C)}$ ;
- конденсацию пара в нетеплоизолированном паропроводе и паропроводе, теплоизолированном слоем керамического пластика толщиной 2 мм, теплопроводность которого равна  $\lambda = 0,02 \text{ Вт/(м·}^\circ\text{C)}$ .

Внутренний диаметр шланга, удовлетворяющий заданным условиям, должен быть равен 40 мм.

Оценим количество конденсата, образующегося в шланге за 1 ч, и получим, что оно равно  $5 \text{ м} \times 124 \text{ (г пара)/(ч·м)} = 620 \text{ (г пара)/ч}$  для нетеплоизолированного шланга и  $5 \text{ м} \times 55 \text{ (г пара)/(ч·м)} = 275 \text{ (г пара)/ч}$  для теплоизолированного шланга. Оценим количество конденсата, образующегося в паропроводе за 1 ч, и получим, что оно равно  $1,2 \text{ м} \times 800 \text{ (г пара)/(ч·м)} = 960 \text{ (г пара)/ч}$  для нетеплоизолированного паропрово-

да и  $1,2 \text{ м} \times 140 \text{ (г пара)/(ч}\cdot\text{м)} = 165 \text{ (г пара)/ч}$  для теплоизолированного паропровода.

В заключение отметим, что интенсивность конденсации может изменяться в зависимости от используемых материалов паропровода в следующих пределах:

- 1580 (г пара)/ч для паропроводов без теплоизоляции, что составляет 5% от максимальной производительности увлажнителя (или 15% при работе увлажнителя с производительностью треть от номинальной);
- 440 (г пара)/ч для паропроводов с теплоизоляцией, что составляет 1,5% от номинальной производительности увлажнителя.

### Пример 3.

Парораспределитель состоит из коллектора диаметром 80 мм и длиной 1,4 м и трех патрубков диаметром 60 мм и длиной 1,2 м. Парораспределитель установлен в воздуховоде, скорость воздуха в котором равна 4 м/с, и который снабжается паром от централизованной системы парораспределения через теплоизолированный паропровод с внутренним диаметром 60 мм и длиной 70 м. Номинальный расход пара в распределителе составляет  $G_v = 150 \text{ (кг пара)/ч}$ .

Необходимо рассчитать:

- паразитную реконденсацию пара в соединительном паропроводе;
- паразитную реконденсацию пара в нетеплоизолированном распределителе и распределителе, покрытом теплоизоляцией из керамического пластика толщиной 2 мм, теплопроводность которого равна  $\lambda = 0,02 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ .

Оценим количество конденсата, образующегося в изолированном транспортном паропроводе за 1 ч, и получим, что оно равно

$$70 \text{ м} \times 80 \text{ (г пара)/(ч}\cdot\text{м)} = 5600 \text{ (г пара)/ч}.$$

Оценим количество конденсата, образующегося в распределителе за 1 ч, и получим, что оно равно

$$1 \times 1,4 \text{ м} \times 1350 \text{ (г пара)/(ч}\cdot\text{м)} +$$

$$+ 3 \times 1,2 \text{ м} \times 1050 \text{ (г пара)/(ч}\cdot\text{м)} = 5800 \text{ (г пара)/ч}$$

для нетеплоизолированного парораспределителя и

$$1 \times 1,4 \text{ м} \times 260 \text{ (г пара)/(ч}\cdot\text{м)} +$$

$$+ 3 \times 1,2 \text{ м} \times 200 \text{ (г пара)/(ч}\cdot\text{м)} = 1080 \text{ (г пара)/ч}$$

для теплоизолированного парораспределителя.

Конденсация равна 11 400 (г пара)/ч (т.е. 7,5% от номинальной производительности) для первого случая, а для второго случая — 6900 (г пара)/ч (т.е. 4,5% от номинальной производительности) для второго случая.

Несмотря на то, что количество сконденсировавшегося пара практически не зависит от текущей производительности увлажнителя, средние потери энергии в результате конденсации могут быть приблизительно выражены через КПД установки:

- $\eta_c = 97\text{--}98\%$  для автономных увлажнителей;
- $\eta_c = 92\text{--}94\%$  для централизованных увлажнителей.

Таким образом, в результате расчета общие годовые затраты  $YEC_{\text{leak}}$  в евро/год из-за потерь вследствие рассеяния теплоты составляют:

$$YEC_{\text{leak}} = YEC \left( \frac{1}{\eta_{\text{dr}} \eta_c} - 1 \right),$$

где  $YEC$  — затраты на производство теплоты, необходимой для перехода воды в пар. □



## КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- Кондиционеры
- Чиллеры и фанкойлы
- Увлажнители воздуха
- осушители воздуха
- Системы автоматики
- Вентиляционное оборудование

## ИСТОЧНИК КОМФОРТА



**АРКТИКА**

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ОТОПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Москва, улица Тимирязевская, дом 1, стр. 4.

Тел.: (495) 981 0117. Факс: (495) 228 7701

Санкт-Петербург, улица Разъезжая, дом 12, офис 43.

Тел.: (812) 441 3530. Факс: (812) 441 3535

WWW.ARKTIKA.RU



www.forumc-o-k.ru

## Микроклимат офисных помещений

Микроклимат офисных помещений, в особенности температурные параметры среды в них, оказывает решающее влияние на индивидуальную работоспособность людей. Усталость и нерасположенность к работе очень часто оказываются следствиями неудовлетворительных параметров микроклимата помещений, при этом со значительными экономическими последствиями.

**Автор** А.А. НАУМОВ, главный специалист ООО «НПО Термэк»

**С**о строительством офисных зданий класса «А» требования к комфортности микроклимата значительно увеличились, что вызывает необходимость установки профессиональных в техническом отношении систем кондиционирования воздуха. В зависимости от объемнопланировочных решений и характера тепловых нагрузок современные системы кондиционирования воздуха можно разделить на три основные группы по схемным решениям: центральные, зональные и местно-центральные, и на две по способу воздухо-распределения: перемешивающие и вытесняющие.

Одна из задач проектирования современного офисного здания состоит в определении возможного теплового режима при различных мерах его обеспечения и в выборе экономически целесообразного варианта, поддерживающего оптимальный воздушнотепловой режим всех помещений с учетом коэффициента обеспеченности. Выбор системы кондиционирования воздуха в здании должен проводиться на основании тщательно проработанного технического задания.

В задании содержатся конкретные требования в отношении микроклимата: тепловая комфортность, минималь-

ное количество наружного воздуха и подвижность воздуха в обслуживаемом помещении, уровень шума и другие параметры, имеющие значение в контексте целевого назначения каждого помещения. Здесь необходимо принять во внимание желательный срок службы системы, произвести оценку будущих затрат на обслуживание и эксплуатацию. Также нельзя пренебречь эстетическими требованиями дизайнера, заказчика и пользователя.

Архитектура здания и его планировка имеют непосредственное влияние на выбор системы кон-



www.worldvalpaper.com

диционирования воздуха. Наряду с климатическими характеристиками они являются исходными данными для определения наружных теплопоступлений, значительную долю которых в теплый период года составляет солнечная радиация. Очевидно, что конструктивные мероприятия по солнцезащите способны в значительной степени снизить нагрузку на систему кондиционирования воздуха. Суточная периодичность солнечной радиации приводит к нестационарности всех процессов теплообмена в каждом помещении. Это обстоятельство следует учитывать при определении наружных теплопоступлений.

В данном случае представляется целесообразным индивидуальное или зональное регулирование систем кондиционирования воздуха, что достигается применением

местных центральных систем с вентиляторными конвекторами (фанкойлами или сплитсистемами). Вентиляторные конвекторы имеют возможность индивидуального регулирования температуры воздуха, достаточную мощность для быстрого нагрева или охлаждения помещения и низкие энергозатраты.

Однако, при этих достоинствах есть существенный недостаток — высокая скорость движения воздуха и недопустимо низкая (при охлаждении) температура в воздушной струе на входе в обслуживаемую зону. Поэтому при проектировании вентиляторные конвекторы следует размещать в помещении таким образом, чтобы в зоне их непосредственного воздействия не находились постоянные рабочие места.

Одним из существенных показателей при выборе схемных решений системы кондиционирования воздуха является неравномерность распределения тепловых нагрузок по обслуживаемым

помещениям. Неравномерность нагрузок можно характеризовать понятием «градиент тепловой нагрузки», величина которого определяется отношением относительной тепловой нагрузки отдельных помещений  $q_i$  к средней расчетной по всей площади здания, обслуживаемой системой кондиционирования воздуха  $q_{ср}$ :

$$\Delta q = q_i / q_{ср},$$

где  $q_{ср} = \sum Q_i / \sum F_i$ ,  $q_i = Q_i / F_i$ .

Очевидно, что чем больше отклонения значений градиентов от единицы, тем большими регулирующими возможностями должна обладать система кондиционирования воздуха. Следует также учитывать, что величина градиента в общем случае меняется во времени, например, в зависимости от инсоляции.

Важным показателем является заданная допустимая величина неравномерности температуры воздуха по обслуживаемым помещениям здания  $\Delta t$ ,



которую можно выразить через градиент тепловой нагрузки:

$$\Delta t = t_{\text{пр}}(G_i/G_{\text{ср}}\Delta q - 1),$$

$$G_i = L_i/F_i, G_{\text{ср}} = \sum L_i/\sum F_i,$$

где  $t_{\text{пр}}$  — температура приточного воздуха, °С;  $G_i$  и  $G_{\text{ср}}$  — относительный расход приточного воздуха, соответственно, в рассматриваемом помещении и средний по кондиционируемым помещениям здания,  $\text{м}^3/(\text{ч}\cdot\text{м}^2)$ . В большинстве случаев в офисных зданиях величина неравномерности температуры  $\Delta t$  задается в диапазоне от 1 до 1,5°С.

Одной из наиболее сложных проблем представляется задача приточного воздуха по обслуживаемому помещению. Перепад между температурой приточного воздуха  $t_{\text{пр}}$  для ассимиляции теплоизбытков, равных 60 Вт/м<sup>2</sup>, при удельном расходе наружного приточного воздуха 15 м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>) и температурой в обслуживаемой зоне составляет не менее 12°С.

Очевидно, что при этом затруднительно выполнить требование СНиП, ограничивающее допустимое отклонение температуры воздуха в струе от нормируемой температуры воздуха в обслуживаемой зоне 1°С в зоне прямого воздействия струи и 1,5°С вне этой зоны.

Температуру приточного воздуха можно повысить, используя рециркуляцию. Однако, учитывая рост энергетических затрат при увеличении воздухообмена свыше санитарной нормы, а также санитарно-гигиенические ограничения применения рециркуляции воздуха, регулирующие возможности воздухообмена невелики. Решив обратную задачу, можно определить удельную тепловую нагрузку, при которой система центрального кондиционирования воздуха обеспечит оптимальные параметры микроклимата обслуживаемого помещения без применения рециркуляции.

Для обеспечения перепада между температурой приточного воздуха и температурой воздуха в обслуживаемой зоне помещения в пять градусов Цельсия средняя удельная тепловая нагрузка равна 25 Вт/м<sup>2</sup>. Как правило, такая

холодильная нагрузка не может обеспечить компенсацию тепловыделений от людей, освещения и оргтехники в офисных помещениях при величине воздухообмена, соответствующей санитарной норме, что приводит к необходимости применения дополнительных мер: рециркуляции воздуха, установки фанкойлов, VRF или сплит-систем.

В ряде случаев возможно увеличение перепада температуры приточного воздуха и воздуха в обслуживаемой зоне помещения при условии входа приточной струи вне зоны постоянного пребывания людей.

Анализ ряда проектов систем кондиционирования воздуха позволяет сделать следующие выводы.

Регулирующие возможности системы центрального кондиционирования воздуха ограничены величиной градиента тепловой нагрузки от 0,8 до 1,2 при заданной неравномерности температуры воздуха в помещении  $\Delta t = \pm 1^\circ\text{C}$  и величиной 0,7–1,3 для неравномерности температуры  $\pm 1,5^\circ\text{C}$ , при этом средняя удельная тепловая нагрузка не должна превышать 25–30 Вт/м<sup>2</sup>. Увеличение регулирующих возможностей системы кондиционирования воздуха можно обеспечить увеличением воздухообмена, в т.ч. рециркуляционного.

Если отдельные помещения имеют большое отличие по показателю теплового градиента, либо удельная тепловая нагрузка превышает 40 Вт/м<sup>2</sup>, то следует, наряду с системой центрального кондиционирования воздуха, установить в них локальные системы охлаждения (фанкойлы, VRF или сплит-системы).

Если помещения можно конструктивно сгруппировать в зоны с близкими показателями градиента тепловых нагрузок, целесообразно рассмотреть возможность применения зональной местно-центральной схемы кондиционирования воздуха.

Этот же вариант, как правило, проектируется по этапной системе строительства «шел энд кор» (shall & corr), т.е. когда строится коробка здания со всеми центральными системами, а затем отдельными фрагментами продается или сдается в аренду. Затем под индивидуальные проекты внутреннего дизайна проектируются внутренние инженерные системы (разводка воздуховодов, фанкойлы и так далее) — «фит офф». Такая схема позволяет вводить в эксплуатацию отдельные этажи и зоны офисных зданий независимо друг от друга. ■



# Самоорганизация, нанотехнологии и энергия окружающей среды



www.wallpaper.com

В концепции развития работ в области нанотехнологий [1] раскрыта суть создания на основе наноматериалов и нанотехнологий функционально законченных систем или устройств, характеристики которых кардинальным образом отличаются от показателей систем и устройств аналогичного назначения, созданных по традиционным технологиям. Принимая во внимание, что в разработке концепции принимали участие ученые РАН, представляется странным, что в этом важном документе ничего не говорится о научных методах, связанных с современными достижениями самоорганизации (неравновесная термодинамика, синергетика, динамика сложных нелинейных систем), которые являются исходными теоретическими основами нанотехнологий. Отметим, что наноструктуры и нанотехнологии невозможно объяснить без учета принципов самоорганизации.

**Авторы** И.И. СВЕНТИЦКИЙ, д.т.н.; А.П. ГРИШИН, к.т.н., ГНУ ВИЭСХ

Для иллюстрации этого положения рассмотрим конкретные примеры и приведем основные принципы самоорганизации термодинамических систем. Здесь и далее воспользуемся положениями, определениями и терминологией используемой в [2, 3]. Возьмем реальный газ, находящийся при температуре, близкой к критической, при которой могут образовываться мельчайшие капельки жидкости. Капельки жидкости представляют собой сгустки молекул, т.е. являются флуктуациями плотности. В идеальном газе эти сгустки молекул неустойчивы, тогда как в реальном газе, вследствие взаимодействия между молекулами, они образуют достаточно устойчивые комплексы связанных между собой частиц. При малом понижении температуры (ниже критической)

и уменьшении объема, занимаемого газом, флуктуации начинают разрастаться, и газообразное вещество превращается в жидкость, т.е. переходит в новое состояние. Разрастание флуктуаций возможно в открытых системах, находящихся в сильно неравновесном состоянии, причем между элементами системы должно существовать согласованное взаимодействие. Процесс образования новых структур в результате согласованного действия их элементов называется самоорганизацией. Свойство самоорганизовываться есть у системы в целом, но нет у отдельных ее частей.

Образование капелек из пара — самоорганизация первого типа представляет собой образование структур из первично однородно распределенного вещества. В результате самоорганиза-

ции первого типа образуются статические структуры.

Самоорганизация второго типа представляет собой образование качественно новых структур. Это временные и пространственно-временные структуры — паттерны, которые требуют постоянной подпитки энергией и обмена веществом. Такие структуры являются динамическими и называются диссипативными структурами. Например, превращение ламинарного течения в турбулентное, намагничение или потеря намагниченности вещества, изменение агрегатных состояний, электризация, изменение симметрии кристалла. Во всех этих случаях происходит самоорганизация.

Для протекания процесса самоорганизации необходимо, чтобы выполнялись следующие условия:

1. Открытая система должна находиться в сильно неравновесном состоянии.
2. Между элементами системы должна существовать сильная нелинейная связь, которая определяет коллективность, кооперативность, согласованность движения.
3. Система должна иметь достаточно высокий уровень флуктуации, склонной к разрастанию.
4. Система должна быть склонна к бифуркациям, т.е. приток энергии к системе должен обеспечить достижение системой критического состояния (точки бифуркации) с последующим выходом из этого состояния скачком по типу фазового перехода.

В теории самоорганизации под структурой понимают всякое установление состояния упорядоченности не только в пространстве, но и во времени. В современную неравновесную термодинамику, которая входит в теоретические основы синергетики, И. Пригожин ввел понятие «диссипативные» структуры.

Диссипативные структуры — это сложные пространственно-временные структуры, возникающие под действием термодинамических сил в системе, находящейся далеко от термодинамического равновесия, параметры которой превышают критические значения и существующие только в режиме постоянной подпитки.

При значительном удалении от равновесия у системы появляются новые свойства, поэтому для описания диссипативных структур требуется новая теория, т.к. они, по сути дела, представляют собой новый тип состояния материи.

Такой теорией как раз и является синергетика как междисциплинарное направление научных исследований в системах и процессах различной природы и, которая проявляется в концепции самоорганизации.

Важнейшими характеристиками диссипативных структур являются: время жизни, область локализации, а также фрактальная размерность.



www.worldwallpaper.com

Приведенные выше условия характерны для работы тепловых насосов, являющихся ярким примером возникновения таких структур в условиях фазовых самоорганизующихся процессов «испарения–конденсации». Этот самоорганизующийся природный процесс используют в качестве рабочего процесса в тепловых насосах и холодильных машинах, где отдельные более быстрые молекулы, имеющие наноразмеры, преодолевая поверхностное натяжение жидкости, самопроизвольно превращают ее в пар или газ. Унося часть энергии, отобранной от жидкости, они могут передать ее при конденсации в другом месте. Затрачивая работу на замкнутое перемещение жидкости и пара, можно передавать теплоту от менее нагретого тела к более нагретому. Это открытие сделал в 1752 г. лорд Томсон-Кельвин, назвав его динамическим отоплением. Такой вид обогрева реализован в тепловом насосе — для обогрева используется теплота среды.

Как известно, исходя из второго начала термодинамики (формула Карно для определения КПД тепловой машины), теплоту среды невозможно использовать. Из-за этого несоответствия практическое освоение теплового насоса происходило очень медленно. Очевидно, по этой же причине основной рабочий процесс теплового насоса назвали «обратным циклом Карно», который от прямого цикла Карно отличается только тем, что процессы цикла в нем следуют «против часовой стрелки» [4].

Тогда чем можно объяснить необычно высокую эффективность использования тепловым насосом энергоносителя — электрической энергии. В [5] было показано, что это можно объяснить только использованием в нем рабочего процесса, принципиально отличающегося от рабочего процесса традиционной тепловой машины — термодинамического цикла Карно, основанного на использовании температурного градиента. Этим рабочим процессом теплового насоса и холодильной машины является самоорганизующийся природный процесс — фазовый переход «испарение–конденсация». Он обеспечивает возможность использования этими преобразователями теплоты среды, что дает принципиальное повышение (в разы по сравнению с традиционными тепловыми машинами) эффективности использования энергоносителя. Отечественные конструкции тепловых насосов на каждый киловатт-час потребляемой из сети электроэнергии производят 2–2,5 кВт·ч теплоты для обогрева. Современные конструкции этих преобразователей зарубежных фирм имеют в два раза большую эффективность.

Правомочен вопрос: какое значение имеет теоретический коэффициент преобразования энергии тепловым насосом и как определить эксергию теплоты среды по ее преобразованию тепловым насосом? Ответы на эти вопросы пока не удалось найти. Это свидетельствует о том, что теоретические основы функционирования тепловых насосов еще



www.worldwallpaper.com

не разработаны и их предстоит разрабатывать, используя теорию и принципы самоорганизации совместно с гиперchaотной механикой наночастиц как элементов рабочего процесса.

В последней статье [3] утверждается, что, например, рабочее тело теплового насоса «Фреон-12», имеющее частоту осцилляторов наночастиц в газообразном состоянии  $\varphi = 5999$  ГГц и температуру  $t = 288,15$  К в момент фазового перехода при конденсации понижает частоту осциллятора и температуру на 12,3%, отдавая накопленное из окружающей среды тепло. При условии, что приток энергии из окружающей среды постоянен, а цикл теплового насоса замыкается фазовым переходом испарения фреона, то самоорганизующийся процесс тепловыделения сопровождается образованием новой диссипативной структуры в виде динамического автопаттерна нелинейной колебательной системы осцилляторов.

Изменение частоты осциллятора при фазовом переходе свидетельствует о необходимости перехода в исследованиях термодинамических процессов к основам самоорганизации, рассматривая в качестве характеристики не термодинамическую температуру, а частоту, как более корректную для этого случая физическую величину.

При этом математическая модель процесса может строиться на основе логистического уравнения, позволяющего моделировать различные варианты процесса самоорганизации, изменяя параметр порядка уравнения и процесса, а сам процесс фазового перехода рассматривать как бифуркацию периода колебаний [6]. Примерно таким путем, на взгляд авторов, необходимо ид-

ти в исследованиях по созданию теории тепловых насосов на основе гиперchaотной механики наночастиц и методологии самоорганизации.

Еще один пример. Гидроэнергетические устройства имеют, пожалуй, наиболее древнее применение из всех технических энергоустановок. Они используют энергию гравитации. Но их работа была бы невозможна, если бы в природе не существовал самоорганизующийся фазовый переход испарение — конденсация. Благодаря этому процессу, в природе вверх течет воды столько, сколько и вниз. Без круговорота воды в природе, очевидно, была бы невозможна жизнь на суше.

В процессах нагрева, используют и другой механизм самоорганизации в жидкой среде — переход ламинарного течения в турбулентное. В современных обогревающих устройствах такого типа он позволяет повысить эффективность преобразования электрической энергии в тепловую в 1,5 раза. Этот механизм генерации энергии на молекулярном уровне (нанометрическом) имеет место и в природе, только его не обнаруживали до появления т.н. «красноярского феномена». Сущность этого феномена в том, что до строительства Красноярской ГЭС Енисей регулярно зимой покрывался льдом на территории Дивногорск–Красноярск. После завершения строительства ГЭС верхний бьеф Енисея от Дивногорска и южнее по-прежнему зимой замерзает. А нижний бьеф от Красноярска и севернее на 100 км льдом не покрывается. Раскрыть этот феномен, несложно исходя из самоорганизующегося явления турбулентного течения воды. Падая с высоты 100 м через водосброс, или проходя с большой

скоростью через турбины, вода приобретает сильное турбулентное движение, при котором, согласно исследованиям Ю.Л. Климонтовича [7], энтропия не возрастает, а уменьшается, следовательно, выделяется свободная энергия, которая нагревает воду и не дает ей замерзнуть.

Здесь, как и в тепловом насосе, образование турбулентности можно рассматривать как неравновесный фазовый переход, сопровождающийся увеличением степени упорядоченности и, следовательно, снижением энтропии. То есть ламинарное течение проявляется здесь как менее упорядоченное с точки зрения переноса импульса от слоя к слою отдельными наночастицами в отличие от турбулентного течения, где этот процесс становится коллективным [6]. Как видно, и здесь при более детальном рассмотрении вопросов прикладного значения турбулентности необходимо прибегнуть к методологии самоорганизации.

Самоорганизующееся взаимодействие электрических и магнитных полей с магнитными и электрическими диполями сегнетоэлектриков (также на наномолекулярных масштабах) имеет огромное значение в создании высокоэффективных электромагнитных преобразователей энергии. В частности преобразователей теплоты среды непосредственно в электрическую энергию. Теоретически эта возможность была показана профессором МГУ Б.Г. Голицыным еще в XIX столетии [8]. В основе этого явления также лежит процесс выхода наночастиц из симметричного положения при фазовом переходе в несимметричную модификацию сегнетокристалла с поглощением эксергии и возникновением спонтанной поляризации. И здесь мы наблюдаем возможность применения методологии самоорганизации при решении теоретических вопросов.

Все необычайные электромагнитные явления, продемонстрированные великим изобретателем Тесла можно объяснить и реализовать на макроуровне на основе учета явлений и процессов

самоорганизации взаимодействия, электрических и магнитных полей с магнитными и электрическими диполями на наноуровне [9].

До сих пор не удается реализовать процесс быстрого пиролиза. Возможность его осуществления возникла в связи с открытием в XIX столетии Д.И. Менделеевым температуры абсолютного кипения, при котором исчезает поверхностное межмолекулярное натяжение, и испарение происходит без затрат энергии на теплоту парообразования [10]. Понять эти самоорганизующиеся межмолекулярные взаимодействия (на наноразмерном уровне) можно только на основе теоретических достижений самоорганизации (синергетики, неравновесной термодинамики, динамики сложных нелинейных систем) [11].

Выше рассмотрена необходимость учета теоретических положений самоорганизации только применительно к развитию нанотехнологий энергопреобразующего направления. Но не в меньшей мере это необходимо для дальнейшего развития нанотехнологий информационного направления и улучшения свойств веществ и процессов обмена веществ. Очень важно использование в развитии нанотехнологий заимствование явлений бионики, которые также требуют рассмотрения на основе теоретических положений самоорганизации.

Концепцией [1], к сожалению, не предусмотрены теоретические возможности развития основ нанотехнологий. В ней декларируется изобретательский подход, который по своей результативности во многом уступает теоретическим разработкам на основе принципов самоорганизации. Наиболее важными принципами самоорганизации является принцип подчинения синергетики, принцип энергетической экстремальности самоорганизации и прогрессивной эволюции [11]. Для ускорения и упрощения анализа сложной многофакторной системы, в ней выбирают одну из переменных, которая наиболее быстро изменяется, и наиболее сильно влияет на искомую величину или



www.worldpaper.com

свойство. Эту переменную называют переменной порядка или параметром порядка. В наших примерах таковым является эксергия фазовых переходов. Затем выбирают в системе один или несколько параметров — параметров управления. В дальнейшем анализе системе учитывают только переменную порядка и параметр управления.

Принципы энергетической экстремальности самоорганизации и прогрессивной эволюции позволяет выявить общую направленность развития сложных динамических систем, и установить начало исчисления (точку отсчета) в определении эффективности функционирования динамической системы (нанотехнологии). Этот принцип в виде зеркальной динамической симметрии объединяет второе начало термодинамики и противоположный ему закон выживания, закон, направляющий развитие самоорганизующихся (в т.ч. и нанотехнологических) систем.

Б.И. Кудриным выявлено общая эволюционная (историческая) энергоэкономная направленность развития технологии и техники совпадающая с такой же направленностью всех этапов эволюции природы [12]. Это подтверждают многочисленные подобию структур реальных физико-химических, биологических и социальных объектов, которые приведены в [13].

Достижения самоорганизации, к сожалению, недостаточно учитывают не только в естествознании и технике, но и в социологии [14]. Рассматривая общую направленность развития современного мирового сообщества, его на-

зывают постиндустриальным, постэкономическим, но приставка «пост» ничего не говорит о самой сущности развития. Она только отражает окончание определенного этапа развития.

По мнению авторов, XXI век будет веком энергоинформационной самоорганизации устойчивого развития природы и общества. Такой вывод подтверждают материалы международной конференции «Стратегии динамического развития России: единство самоорганизации и управления», проведенной РАГС при президенте РФ [14]. ■

1. Концепция развития в РФ работ в области нанотехнологий на период до 2010 г. — М.: 2004.
2. Хакен Г. Синергетика. — М.: Мир, 1980.
3. Базиев Д.Х. Основы единой теории физики. — М.: «Педагогика», 1994.
4. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. — М.: Наука, 1977.
5. Свентицкий И.И. Этого не может быть? // Топливо-энергетический комплекс, №1–2/2005.
6. Климантович Ю.Л. Турбулентное движение и структура хаоса: Новый подход к статистической теории открытых систем. — М.: КомКнига, 2007.
7. Климантович Ю.Л. Уменьшение энтропии в процессе самоорганизации. S-теорема (на примере перехода через порог генерации). Письма в ЖТФ, Т. 9, 1984.
8. Голицын Б.Б. Ученые записки Московского университета, №10, Т. 1. — М., 1893.
9. Nikola Tesla. Colorado Springs Notes 1899–1900. Published by Nolit/Beograd, 1978.
10. Менделеев Д.И. Сочинения. Т. V. — М.: Изд-во АН СССР, 1947.
11. Свентицкий И.И. Энергосбережение в АПК и энергетическая экстремальность самоорганизации. — М.: ГНУ ВИЭСХ 2007.
12. Кудрин Б.И. Классика технических ценозов. Ценологические исследования. Вып. 31. — Томск, ООО «Технетика», 2006.
13. Лима-де-Фариа А. Эволюция без отбора: Автоэволюция формы и функции. — М.: Мир, 1991.
14. Стратегия динамического развития России: единство самоорганизации и управления. Т. I–III. — М., 2004.

# ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОЛИВ ГАЗОНОВ

Автор А.П. ГРИШИН, к.т.н., ГНУ ВИЭСХ



www.worldwaterpaper.com

В статье «Насосные установки Grundfos. Тайные механизмы большого спорта» (журнал «С.О.К.», №6/2007), пресс-служба компании «Грундфос» рассказала, какое большое значение имеет качество производимых концерном насосов для эффективного производства газонов на футбольных и других спортивных площадках.

Конечно, трудно переоценить роль воды в повышении продуктивности растений, особенно там, где основной продукт — это масса листа. Однако основным фактором повышения продуктивности растения и массы листьев является приход энергии солнечного излучения, а точнее той ее части, которая потенциально пригодна для фотосинтеза и используется растениями на формирование продуктивности. Эта величина названа эксэргией солнечного излучения для растениеводства и представляет собой теоретический предел продуктивности растений и одновременно плодородия земельного угодья. Вода же обеспечивает максимум эффективности фотосинтеза за счет терморегуляции этого процесса. Зависимость фотосинтеза от температуры, которая повышается при воздействии на лист растения солнечного излучения, имеет наибольшее значение при определенной температуре, которую сами листья поддерживают, используя механизм устьичного испарения. Этот механизм называется транспирацией и расходует около 95% всей воды потребляемой растением. За счет испарения происходит терморегуляция температуры листа и поддерживается эффективность процесса фотосинтеза. Вот почему важно процесс орошения поставить в зависимость от прихода фотосинтезной эксэргии к растению.

Итак, фотосинтезная эксэргия — это предельная продуктивность, добиться которой мешают различные ограничивающие факторы, климатические, экологические, почвенные, поэтому вторая задача — учесть их влияние и снизить, либо устранить, применяя различные мелиорации и в первую очередь водную. Следует отметить, что ограничивающих, лимитирующих факторов большое множество и чтобы все учесть и воздействовать на них потребуется сложная система датчиков, контроллеров, исполнительных механизмов, программного обеспечения. Задача трудная, если не воспользоваться современными достижениями фундаментальной науки.

В основополагающих работах профессора И.И. Свентицкого [1, 2] сформулированы принципы синергетики и эксэргетического анализа в растениеводстве, где в качестве исходной величины при количественном, взаимно согласованном определении основных агроэкологических величин формирования массы листьев предложено использовать переменную порядка — эксэргию солнечного излучения в отношении фотосинтеза растений, или фотосинтезную составляющую энергии солнечного излучения.

Это оказалось возможным благодаря использованию принципа подчинения синергетики. В соответствии с этим принципом для упрощения анализа сложных многофакторных систем из большого числа переменных выбирают одну величину — переменную порядка, которая наиболее быстро меняется и от которой наиболее сильно зависят параметры анализируемой системы [3]. Затем выбирают параметры управления. Дальнейший анализ системы проводят, учитывая только переменную порядка и параметры управления. В системе формирования продуктивности растений в качестве переменной порядка принят приток к растениям фотосинтезной эксэргии солнечного излучения. В качестве параметров управлений в этой системе приняты все упомянутые факторы, ограничивающие формирование продуктивности растений [1].

Использование синергетической модели продуктивности растений, где фотосинтезная эксэргия является точкой исчисления в определении продуктивности ра-

## Лимитирующие факторы

табл. 1

Факторы	Климатические	Почвенные
Неуправляемые, индекс «НЭ»	Приход энергии солнца потенциально пригодной для использования растениями на фотосинтез Температура воздуха	Мощность гумусового горизонта Мощность почвы Отношение количества илистой фракции в горизонте В к содержанию ее в горизонте А Содержание гумуса Уровень грунтовых вод Механический состав
Мелиорируемые, индекс «М»	Влажность воздуха	Микроэлементный состав Макроэлементный состав Влажность почвы Реакция почвы pH H <sub>2</sub> O



www.worldwallpaper.com

стений, позволило создать управляющую компьютерную программу для наукоемких технологий выращивания растений и травы [4].

Не вдаваясь в подробности определения фотосинтезной эксергии солнечного излучения, а также излучения любого другого спектрального состава, в отношении фотосинтеза растений, приведем лишь ее упрощенное, достаточное для инженерных расчетов значение:

$$\Delta e_c = 0,2\Delta t Q, \quad (1)$$

где  $Q$  — суммарного (прямое плюс рассеянное) солнечное излучение,  $\Delta t$  — промежуток времени.

Подробнее рассмотрим параметры управления, которые оказывают ограничивающее влияние на эффективность использования растениями эксергии солнечного излучения. Полнота использования растениями эксергии солнечного излучения в процессе протекания фотосинтеза и формирования продуктивности травы в большой

мере зависит от динамики изменения различных факторов и благоприятности их сочетания во времени. Разные виды (сорта, гибриды) травы имеют различную степень восприимчивости, а следовательно, и зависимость скорости фотосинтеза и формирования продуктивности от климатических условий, свойств почв и других факторов.

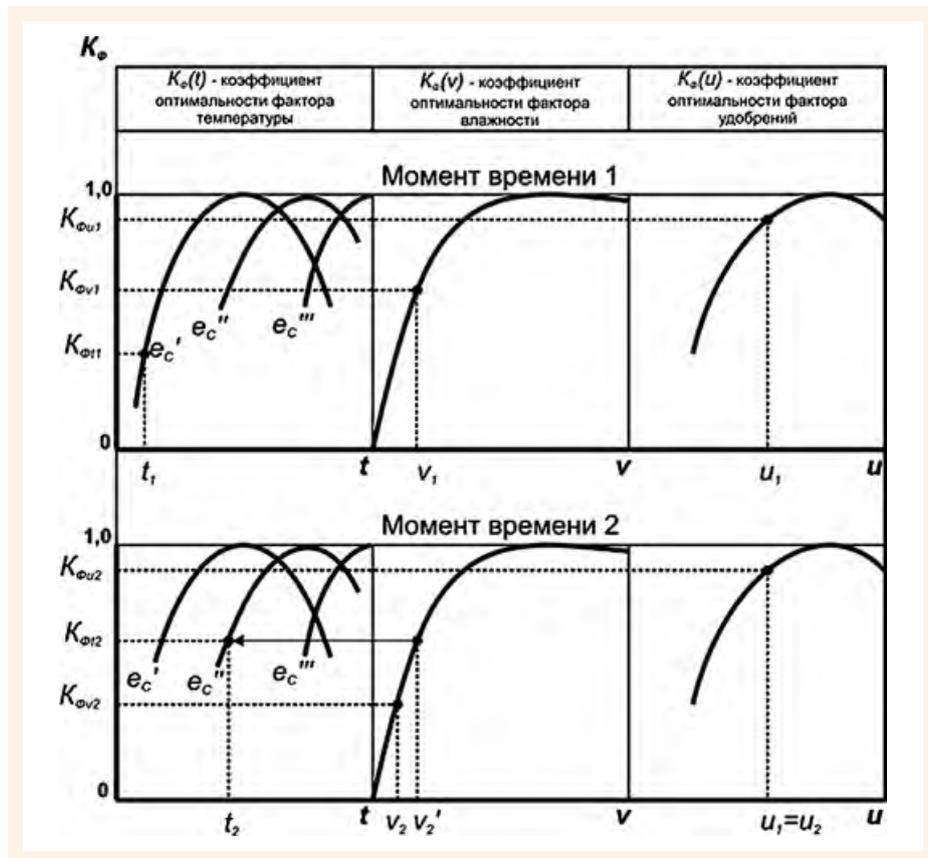
Некоторые факторы, например механический состав и температура почвы, не могут быть изменены на уровне машинного компьютерного управления без значительных затрат и поэтому считаются неуправляемыми. Другие могут быть изменены довольно простыми и давно применяемыми способами, например влажность почвы — поливом, содержание макро- и микроэлементов — внесением удобрений, и относятся к регулируемым факторам. Разделим известные факторы на эти две группы (табл. 1), имея в виду, что в математической модели они будут учитываться именно с позиций возможности или невозможности их изменений в процессе регулирования продуктивности.

Влияние этих факторов имеет различный характер как количественно, так и качественно. Наиболее сильное влияние на скорость фотосинтеза, как уже было сказано, оказывает температура  $t$ , причем это влияние зависит и от величины облученности, которая определяет эксергию солнечного излучения  $\Delta e_c$ . Зависимость скорости фотосинтеза от температуры имеет форму кривой с ярко выраженным максимумом.

Влажность почвы  $v$  также влияет на скорость фотосинтеза, но имеет менее выраженный максимум и мало зависит от величины облученности. Максимальная скорость фотосинтеза считается оптимальной для формирования массы травы.

Учет влияния факторов на эти процессы удобно осуществить посредством коэффициентов оптимальности  $K_f$ , см. рис. 1.

Эти коэффициенты характеризуют ограничивающее влияние каждого из факторов на использование растениями эксергии солнечного излучения. Они выражаются в относительных



■ Рис. 1. Коэффициенты оптимальности для двух моментов времени

единицах. Значение  $K_{\phi}$  определяется как отношение скорости фотосинтеза формирования продуктивности некоторого вида (сорта, гибрида) травы  $C_{лj}$  при действующем значении рассматриваемого фактора к оптимальной величине скорости фотосинтеза  $C_{oj}$  соответствующей оптимальному значению того же фактора:

$$K_{\phi j} = \frac{C_{лj}}{C_{oj}}, \quad (2)$$

где  $j$  — вид фактора. Коэффициент оптимальности может принимать значения от  $\min$  до 1,0 (1,2).

В качестве примера на рис. 3 показаны зависимости коэффициентов оптимальности от величин следующих факторов: температуры  $K(t)$  при  $j = t$ , влажности почвы  $K(v)$  при  $j = v$  и микроэлементов (удобрений)  $K(u)$  при  $j = u$ . Соответственно коэффициенты оптимальности будут иметь вид:

$$K_{\phi t_3} = \frac{C_{лт_3}}{C_{от_3}}; K_{\phi v_m} = \frac{C_{лv_m}}{C_{ов_m}}; K_{\phi u_m} = \frac{C_{лу_m}}{C_{оу_m}}$$

Первый коэффициент будет относиться к категории климатических неуправляемых, а два вторых к категории почвенных мелиорируемых.

Очевидно, что с течением времени факторы будут изменяться — одни быстрее, другие медленнее. На рис. 1 показаны значения коэффициентов оптимальности в зависимости от величин действующих факторов для двух моментов времени. В первый момент времени, соответствующий ранним часам суток интегральная энергия солнечного из-

лучения и определяемая ею эксергия  $e'_c$ , а также температура воздуха  $t_1$  — невелики. Отсюда и коэффициент оптимальности тоже невелик и меньше, чем для второго момента времени  $K_{\phi t_1} < K_{\phi t_2}$ , когда воздух прогрелся  $t_2 > t_1$ , солнце поднялось и его излучение обеспечивает большую эксергию  $e''_c$ . Другой фактор — влажность по этой причине снизил свое значение  $v_2 < v_1$ , что привело к снижению коэффициента оптимальности по этому фактору  $K_{\phi v_2} < K_{\phi v_1}$ .

Поскольку факторы оказывают лимитирующее воздействие на фотосинтез и использование растениями эксергии солнечного излучения, то в соответствии с законом ограничивающих факторов при расчете потенциального плодородия и максимальной массы травы в заданных экологических условиях выбирают наименьший из всех. Сопоставив значения коэффициентов оптимальности учитываемых факторов, выберем тот из них, который в данный промежуток времени находится в относительном минимуме ( $K_{\phi j_{\min}}$ ). Для первого момента времени —  $K_{\phi t_1}$ , а для второго —  $K_{\phi v_1}$ , рис. 1.

Произведение эксергии солнечного излучения в  $i$ -й момент времени на коэффициент оптимальности фактора, находящийся в этот момент в относительном минимуме, равно эксергии потенциального плодородия земли за



учитываемый момент времени. Сумма этих произведений за промежуток времени будет значением эксергии потенциального плодородия за этот период.

Напомним, что улучшение климатических факторов в большинстве случаев требует существенно больших материальных и энергетических затрат по сравнению с почвенными мелиорациями.

Поэтому под термином мелиоративного потенциала в общем смысле понимаются возможности улучшения земельных угодий посредством мелиораций: водных, механических или химических в виде удобрений.

Очевидно, что целесообразно осуществлять мелиорацию только того мелиорируемого фактора, который находится в относительном минимуме за период вегетации и только до такого уровня, при котором скорость фотосинтеза и формирование продуктивности растения уже ограничивает другой неуправляемый фактор. Этот фактор, независимо от того, к какой категории он принадлежит, находится во втором относительном минимуме после мелиорируемого, и поскольку он не изменяем, дальнейшее улучшение мелиорируемого фактора результатов не даст [1].

В нашем примере (рис. 1) этот случай иллюстрирует второй момент времени: влажность почвы  $v_2$  имеет такое значение, что характеризующий ее коэффициент оптимальности  $K_{фv_2}$  меньше остальных. Ограничивающее действие этого фактора можно сократить, применив полив и увеличив влажность до  $v'_2$ , а следовательно, и коэффициент оптимальности  $K_{фv_2}$  до величины  $K_{фt_2}$ , который находится во втором минимуме, т.е.  $K_{фv_2 \min} \Rightarrow K_{фt_2}$ .

Для первого момента времени мелиоративный потенциал меньше нуля и не имеет смысла, т.к. оба коэффициента оптимальности мелиорируемых факторов превосходят по величине коэффициент оптимальности немелиорируемого фактора температуры.

Алгоритм программы оптимизации продуктивности растений, в основе которого лежит принцип

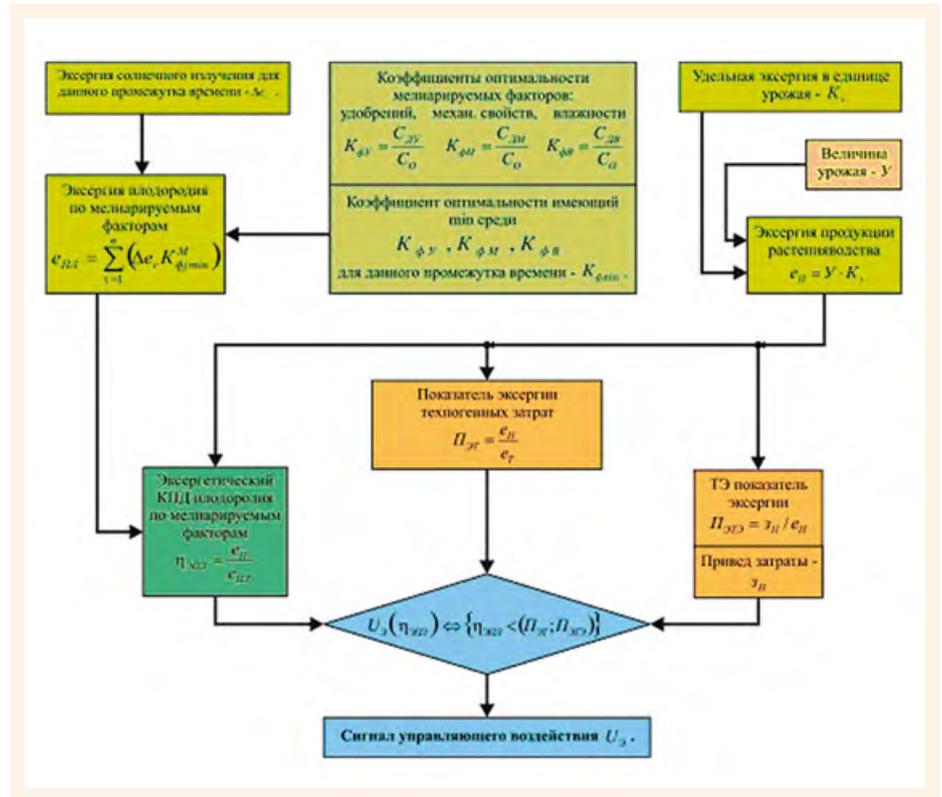


Рис. 2. Алгоритм формирования информации для управляющего воздействия на основе принципов синергетики и эксергетического анализа

синергетики и эксергетический анализ биоконверсии энергии солнечного излучения в продукцию растениеводства приведен и подробно описан в [5]. Прикладное значение этой программы заключается в следующем. При выбранной технологии для конкретного вида (сорта, гибрида) травы основную и единственную роль в выработке управляющего воздействия будет играть показатель эксергии мелиоративного потенциала. При этом энергоинформационная сущность технологии заключается в том, что информация для формирования управляющего воздействия вырабатывается на основе показателя эксергии мелиоративного потенциала и направлена на то, чтобы максимально использовать фотосинтезную эксергию на рост травы.

То есть среди всех коэффициентов оптимальности плодородия именно мелиорируемые коэффициенты будут определять информацию необходимую для выработки управляющего воздействия. Таким образом, для случая конкретной автоматизированной технологии выращивания некоторого вида (сорта, гибрида) травы алгоритм программы управляющих воздействий примет вид, изображенный на рис. 2.

Здесь индекс  $j$  определяет вид мелиорируемого фактора, например удобрений, механического состава или влажности почвы. При этом после оценки каждого из них в качестве источника формирования управляющего воздействия выбирается минимальный коэффициент и осуществляется мелиорация по этому фактору, до следующего минимального и т.д. Причем сигнал управляющего воздействия вырабатывается при условии соблюдения неравенства:

$$\eta_{эл} < [П_{эТ}; П_{эТ'}],$$

учитывающего технико-экономические показатели. ■

1. Свентицкий И.И. Принципы энергосбережения в АПК. Естественная методология. — М.: ГНУ ВИАЭС, 2001.
2. Свентицкий И.И. Энергосбережение в АПК и энергетическая экстремальность самоорганизации. — М.: ГНУ ВИАЭС, 2007.
3. Хакен Г. Синергетика. — М.: Мир, 1980.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2008612885. Компьютерная программа эксергетической оптимизации биоконверсии энергии в технологиях производства корма // Свентицкий И.И., Паршин А.И., Гришин А.П., Гришин А.А., 2008.
5. Свентицкий И.И., Гришин А.П. Энергоинформационные компьютерные технологии в животноводстве // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Труды 6-й Международной научно-технической конференции «Нанотехнологии и инфокоммуникационные технологии». Ч. 5. М.: ВИАЭС, 2008

# ПОДПИСКА НА 2009 ГОД



**Уважаемые читатели, предлагаем Вам оформить подписку на журнал «С.О.К.» («Сантехника. Отопление. Кондиционирование») на 2009 год. Вы можете сделать это во всех почтовых отделениях, альтернативных агентствах, а также непосредственно через редакцию журнала.**

В новом году, как и прежде, «С.О.К.» обеспечит Вас информационно-аналитическими материалами, расскажет о современных тенденциях в сфере сантехнического, отопительного и климатического оборудования. Особое внимание мы уделяем стратегии продвижения на рынок новых технологий и брендов, а также формированию цивилизованного рынка инженерного оборудования в России.

Журнал «С.О.К.» издается с января 2002 года и на сегодняшний день является самым востребованным изданием в среде профессионалов. Являясь независимым изданием и работая с широким кругом авторов, наш журнал публикует профессиональные и компетентные мнения по каждой обсуждаемой теме.

Информация, которую Вы получите из журнала «С.О.К.», — гарантированно достоверная, свежая, полная и уникальная. Помните, что в наши дни информация — залог успеха! И именно наш журнал своевременно обеспечит Вас качественной и нужной информацией.

Журнал распространяется только по подписке. Для оформления подписки воспользуйтесь прилагаемой заявкой или получите счет на подписку в режиме on-line на официальном сайте журнала [www.c-o-k.ru](http://www.c-o-k.ru).

По возникшим вопросам обращайтесь в отдел распространения Издательского Дома «Медиа Технолоджи».

**Тел/факс: (499) 135-98-57, 135-99-82**

**E-mail: [media@mediatechnology.ru](mailto:media@mediatechnology.ru)**

С наилучшими пожеланиями,  
коллектив редакции журнала «С.О.К.»

Извещение

Получатель: ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»  
ИНН 7736213025  
р/с 40702810500000270959  
в АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО) г. Москва  
к/с 30101810800000000777  
БИК 044585777

Плательщик (ФИО)

Адрес (с индексом)

Кассир

Назначение платежа	сумма
Подписка на журнал «С.О.К.» — «Сантехника. Отопление. Кондиционирование» на 2009 год (№№ 5-12 МАЙ-ДЕКАБРЬ)	1584 руб. 00 коп.
Подпись плательщика	

Квитанция

Получатель: ООО Издательский дом «МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ»  
ИНН 7736213025  
р/с 40702810500000270959  
в АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО) г. Москва  
к/с 30101810800000000777  
БИК 044585777

Плательщик (ФИО)

Адрес (с индексом)

Кассир

Назначение платежа	сумма
Подписка на журнал «С.О.К.» — «Сантехника. Отопление. Кондиционирование» на 2009 год (№№ 5-12 МАЙ-ДЕКАБРЬ)	1584 руб. 00 коп.
Подпись плательщика	

## ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ

### УСЛОВИЯ ПОДПИСКИ:

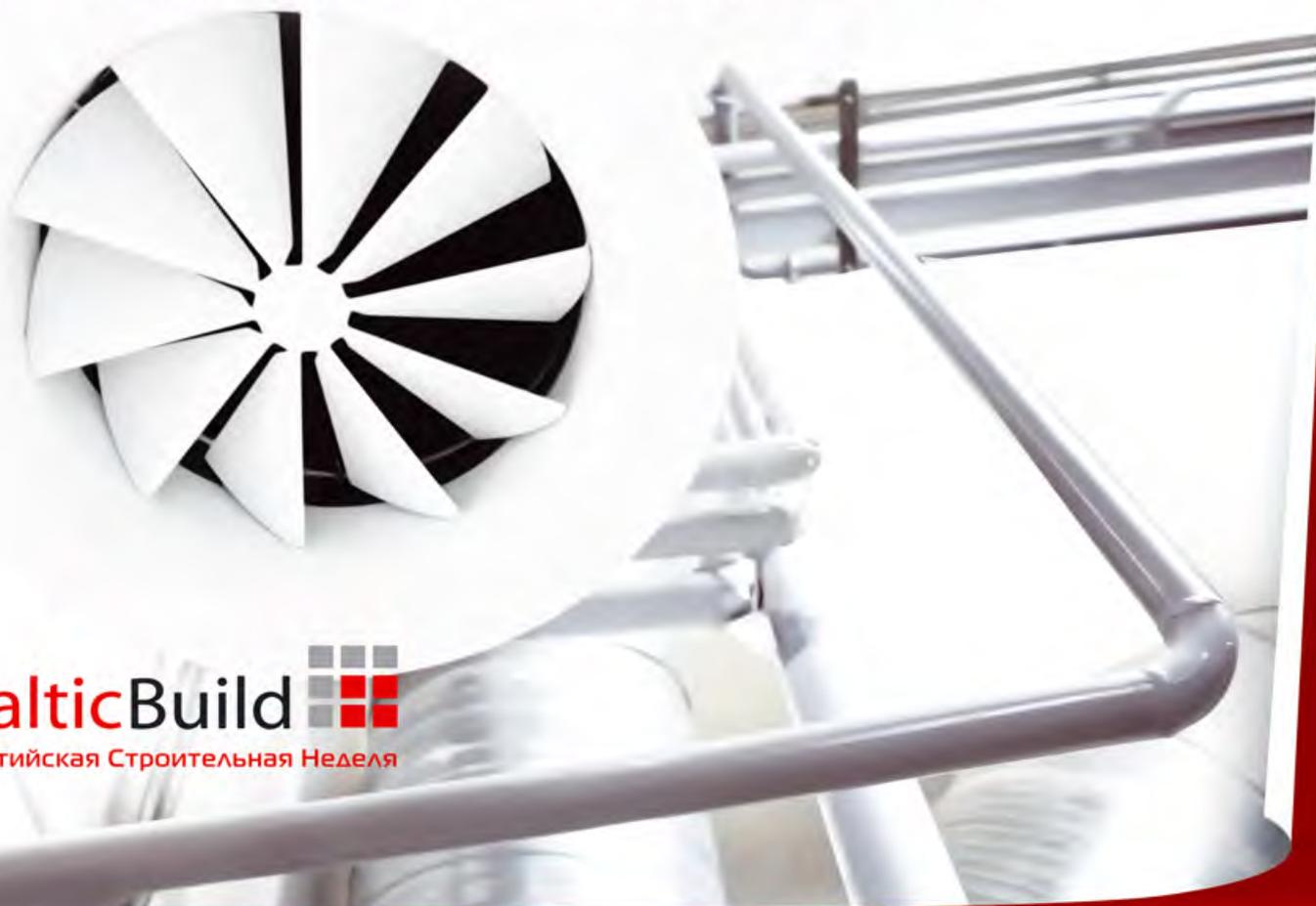
Редакционная подписка дает возможность гарантированного получения журнала почтой в индивидуальном конверте. Для оформления подписки необходимо перечислить в любом отделении Сбербанка РФ на расчетный счет ООО Издательского дома «Медиа Технолоджи» соответствующую сумму. Для этого используйте уже заполненный прилагаемый бланк.

**Внимание! Правильно и полностью укажите адрес доставки журнала.**

13-я Международная выставка

**СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ  
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА,  
ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

9-12 сентября 2009, Санкт-Петербург, Ленэкспо



ufi  
Approved  
Event

**BalticBuild**

Балтийская Строительная Неделя

Инженерное оборудование ■ Трубы и трубопроводная арматура ■ Водопроводные системы, водонагревательное, водоочистительное оборудование ■ Канализационное оборудование ■ Вентиляционное оборудование, воздуховоды ■ Газоснабжение ■ Насосное оборудование ■ Обогревательные системы ■ Тепловые завесы, теплообменники ■ Системы жизнеобеспечения, безопасности и управления зданием ■ Устройства противопожарные ■ Электротехническое оборудование ■ Энергосберегающее оборудование, автономные источники энергии ■ Контрольно-измерительная аппаратура

В рамках выставки:

- **КОНКУРС «ИННОВАЦИЯ»**  
Представьте Вашу новую продукцию



[www.balticbuild.ru](http://www.balticbuild.ru)

Организаторы:



тел.: +7 812 380 60 04/14  
e-mail: build@primexpo.ru

Генеральные информационные партнёры:





# ГИДРОФЛОУ®

когда нужен РЕЗУЛЬТАТ



## ЭФФЕКТИВНАЯ ВОДОПОДГОТОВКА БЕЗ РЕАГЕНТОВ

- ✓ очистка от накипи значительно реже
- ✓ монтаж без остановки оборудования
- ✓ короткий срок окупаемости
- ✓ экологически безопасно

...а также для квартиры и коттеджа, см. новость на стр. 5



ООО «Гидрофлоу», тел. (495) 223-35-93  
интернет: [www.h-flow.ru](http://www.h-flow.ru), [www.hs38.ru](http://www.hs38.ru)

ДИЛЕРЫ: Барнаул, Белгород, Бийск, Екатеринбург, Иркутск, Калининград, Краснодар, Красноярск, Мурманск, Набережные Челны, Новосибирск, Пермь, Тольятти, Тюмень, Челябинск